الطابعي

2019





الكيمياء

للصف السادس العلمي

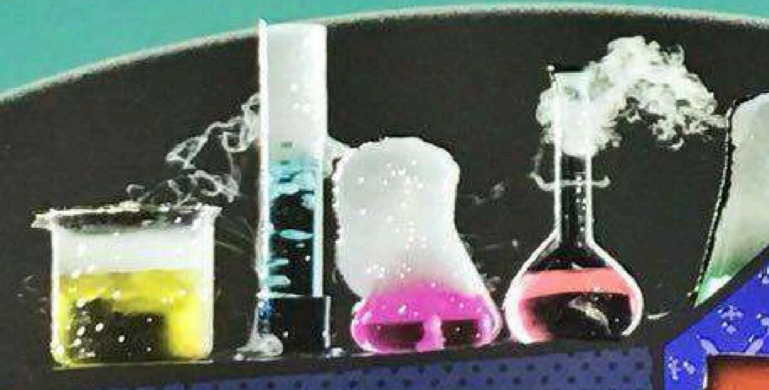
التطبيقي

طبعة كاملة

Chemistry

مميزات الملزمة

- تغنيك عن الكتاب والمدرس الخصوصي
- تعتبر ذهبية للاسئلة الوزارية من 2013 لغاية 2018
- شرح مفصل وملاحظات كافية و وافية
- خطوات حل لكل موضوع مع كيفية تمييز السؤال
- ملاحظات وشرح بالعامية مع نصائح مختلفة



إعداد الأستاذ

هاشم الغرباوي

07709702369

1313*

1 1313

بعض النصائح المهمه حول الفصل الأول (علم الثرموداينميك)

المواضيع التي دائما تتكرر في الوزاري في هذا الفصل هي

١- مسائل المسعر
٢- مسائل قانون هيس
٣- تعاليل علاقة كبس

ملخص الفصل الأول

يتمحور الفصل الاول حول ثلاث دوال حالة هما $\Delta H_r{}^o$ و $\Delta S_r{}^o$ و $\Delta G_r{}^o$ حيث

١- انثالبي التفاعل ΔH_r^o نستخرجه من

أ- من المسعر $\Delta H_r{}^o = q_{\frac{KJ}{mol}}$ (ناتج الخطوة الخامسة يمثل $\Delta H_r{}^o$)

ب- من مجموع انثالبيات التكوين ΔH_f^o

$$\Delta H_r{}^o = \sum n\ \Delta H_f{}^o{}_{(PRODUCTS)} - \sum n\ \Delta H_f{}^o{}_{(REACTION)}$$

ج- علاقة كبس $\Delta H_r{}^o = \Delta G + T\Delta S$

٢- التغير في الانتروبي للتفاعل ΔS_r^o نستخرجه من

أ- علاقة كبس $\Delta S_r^o = \frac{\Delta H_r^o - \Delta G_r^o}{T}$

ب- مجموع الانتروبي للتفاعل

$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R)}$$

٣- طاقة كبس الحرة يمكن ان نستخرجها من

أ- علاقة كبس $\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$

ب- مجموع طاقات كبس الحره للتكوين القياسية

$$\Delta G_r^0 = \sum n\Delta G^0_{f(P)} - \sum n\Delta G^0_{f(R)}$$

الفصل الاول الثرموداينمك

1-1 علم الثرموداينمك

* تعريف علم الثرموداينمك

هو علم يهتم بدراسة الطاقة وتحولاتها نحو اكبر قدر ممكن من الطاقة الحرارية الناتجة من احتراق الوقود الى طاقات اخرى .

- الظواهر التي يفسرها علم الثرموداينمك ؟

١- سبب حدوث التفاعلات الكيميائية .
٢- التنبؤ بحدوث تغيرات كيميائية او فيزيائية عندما توجد مادة او اكثر عند شروط معينة .
٣- حدوث بعض التفاعلات التلقائية والغير تلقائية عند نفس الظروف .
٤- سبب حدوث الطاقة المصاحبة للتفاعلات .

تقسم الطاقة الى :
١- طاقة كامنة : الطاقة المخزونة في المواد
٢- طاقة حركية : طاقة في معظم الاجسام المتحركة

2-1 درجة الحرارة

١- وحدة الجول : ويرمز لها بالرمز J

$$1J = 1Kg.m^2/s^2$$

٢- الطاقة الحركية KE : هي حاصل ضرب نصف في الكتلة في مربع سرعته .

$$KE = \frac{1}{2}m.v^2$$

٣- درجة الحرارة :- بوحدة الكلفن :

$$T_{(k)} = t_{c^o} + 273$$

مثال // ماكتلة جسم يتحرك 6 متر خلال 2 ثانية علما ان الطاقة الحركية = 18

الحل //

$$KE = \frac{1}{2}m.v^2$$

$$18 = \frac{1}{2}m * \left(\frac{6}{2}\right)^2$$

$$18 = \frac{1}{2}m * 9 \Rightarrow 9m = 36$$

$$m = \frac{36}{9} = 4kg$$

الفصل الاول الثرموداينمك

3-1 بعض المصطلحات الثرموداينميكية

١- النظام : هو جزء معين من الكون نهتم بدراسته يتكون من المواد المشتركة في حدوث التفاعل الكيميائي او التغير الفيزيائي .

٢- المحيط : كل ما يحيط بالنظام ويؤثر عليه .

٣- المجموعة : هي النظام + المحيط

يقسم النظام الى			
	١-	النظام المفتوح :	هو النظام الذي تسمح حدوده تبادل المادة والطاقة مع المحيط مثل اناء معدني مفتوح يحوي ماء مغلي.
	٢-	النظام المغلق :	هو النظام الذي تسمح حدوده تبادل الطاقة فقط ولا تسمح تبادل المادة مع المحيط مثل اناء معدني مغلق .
	٣-	النظام المعزول :	هو النظام الذي لا تسمح حدوده تبادل المادة ولا الطاقة مع المحيط مثل الثرموس .

4-1 الحرارة

هي شكل من أشكال الطاقة الشائعة في حياتنا اليومية ويرمز لها بالرمز (q) وهي تمثل انتقال الطاقة الحرارية من جسم الى آخر.

- درجة الحرارة : هي مقياس الطاقة الحرارية $\Delta T = T_f - T_i$

$T_f =$ الحرارة النهائية
$T_i =$ الحرارة الابتدائية

- بما ان التناسب بين الحرارة (q) والتغير في درجة الحرارة ΔT

1) $q \alpha \Delta T$

- يحول التناسب الى مساواة بضرب ΔT * ثابت التناسب

2) $q = C \times \Delta T$

- ثابت التناسب يدعى السعة الحرارية C

✱ ترتبط السعة الحرارية بالحرارة النوعية S بالعلاقة

3) $C = S \times m$

- نعوض معادلة 3 في معادلة 2 ونحصل على

4) $q_{(J)} = S_{(J/g.c^0)} \times m_{(g)} \times \Delta T_{(c^0)}$

السعة الحرارية : هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة m مقدرة بالغرام (g) من اي مادة درجة سيليزية واحدة ويرمز لها بالرمز C ووحداتها J/C^0.

الحرارة النوعية: هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من اي مادة درجة سيليزية واحدة ويرمز لها بالرمز (S) وحداتها $J/g.c^0$

ملاحظات خاصة لمسائل q الحرارة المنبعثة او الناتجة او المتحررة نستخدم القوانين

١) $q = C * \Delta T$ اذا اعطى او طلب السعة الحرارية = C

٢) $q = S * m * \Delta T$ اذا اعطى او طلب حرارة نوعية = S

٣) $C = S * m$ اذا اعطى حرارة نوعيه وطلب سعة حرارية وبالعكس

مثال 1-1

ما مقدار الحرارة الناتجة من تسخين قطعة من الحديد كتلتها 870 g من $5\ c^0$ الى $95\ c^0$ ؟ علماً ان الحرارة النوعية للحديد $0.45\ J/g.c^0$.

الحل // بما انه اعطى حرارة نوعية نستخدم القانون :

$$q_{(J)} = S_{(J/g.c^0)} * m_{(g)} * \Delta T_{(c^0)}$$

$$q_{(J)} = 0.45_{(J/g.c^0)} * 870_{(g)} * 90_{(c^0)}$$

$$q_{(J)} = 35235(J)$$

$$\Delta T = T_f - T_i$$

$$\Delta T = 95 - 5$$

$$\Delta T = 90\ c^0$$

*اذا طلب الحرارة بالكيلو جول Kj نقسم على 1000

تمرين 1-1

تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنيسيوم Mg كتلته 10(g) من 25 الى $45\ c^0$ مع اكتساب حرارة 205 J احسب الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم ؟

الحل // بما انه طلب حرارة نوعية نستخدم القانون :

$$q_{(J)} = S_{(J/g.c^0)} * m_{(g)} * \Delta T_{(c^0)}$$

$$205_{(J)} = S_{(J/g.c^0)} * 10_{(g)} * 20_{(c^0)}$$

$$S_{(J/g.c^0)} = \frac{205_{(J)}}{10_{(g)} * 20_{(c^0)}}$$

$$S_{(J/g.c^0)} = 1.025$$

$$\Delta T = T_f - T_i$$

$$\Delta T = 45 - 25$$

$$\Delta T = 20\ c^0$$

سيكون حل اسئلة الفصل مع المواضيع الخاصة بها

تمرين 2-1

قطعة من الفضة كتلتها 360g وسعتها الحرارية $86\ J/c^0$ احسب حرارتها النوعية ؟

الحل // العلاقة بين السعة والحرارية والحرارة النوعية هي

$$C_{(J/c^0)} = S_{(J/g.c^0)} * m_{(g)}$$

$$86_{(J/c^0)} = S_{(J/g.c^0)} * 360_{(g)}$$

$$S_{(J/g.c^0)} = \frac{86_{(J/c^0)}}{360_{(g)}} = 0.24\ (J/g.c^0)$$

سؤال 3-1

احسب كمية الحرارة المنبعة بوحدة KJ من 350 g من الزئبق عند تبريدها من $77c^0$ الى $12c^0$ علما ان الحرارة النوعية للزئبق $0.14\ J/g.c^0$

الحل //

$$\Delta T = T_f - T_i$$

$$\Delta T = 12 - 77$$

$$\Delta T = -65\ c^0$$

$$q_{(J)} = S_{(\frac{J}{g.c^0})} * m_{(g)} * \Delta T_{(c^0)}$$

$$q_{(J)} = 0.14_{(\frac{J}{g.c^0})} * 350_{(g)} * (-65)_{(c^0)}$$

$$q_{(J)} = -3185$$

$$q_{(KJ)} = \frac{-3185}{1000} = -3.185KJ$$

سؤال اضافي واجب

قطعة من النحاس كتلتها 6 g سخنت من 21 C الى 124 C احسب كمية الحرارة بوحدة الكيلو جول KJ اذا علمت ان الحرارة النوعية للنحاس . 0.39 $(J/g.c^0)$)

الحل/

واجب // 0.24 KJ

سؤال اضافي واجب

اذا تم رفع درجة الحرارة ل 34g من الايثانول من $25\ c^0$ الى $79\ c^0$ احسب الحرارة الممتصة للايثانول علما ان الحرارة النوعية للايثانول $2.44\ (J/g.c^0)$

واجب // $4.48\ KJ$

سؤال 4-1

سخنت عينة من مادة مجهولة كتلتها 155 g من درجة حرارة $25\ c^0$ الى $40\ c^0$ مما أدى الى امتصاص حرارة مقدارها 5700J احسب الحرارة النوعية لهذه المادة

الحل // نستخدم قانون الحرارة النوعية $q_{(J)} = S_{(J/g.c^0)} * m_{(g)} * \Delta T_{(c^0)}$



واجب ج // $2.45\ J/g.c^0$

سؤال 5-1

4.5 g من حبيبات الذهب امتصت 276 J عند تسخينها فأذا علمت ان الحرارة الابتدائية كانت $25c^0$ احسب الحرارة النهائية التي سخنت اليها علما ان الحرارة النوعية للذهب $0.13\ J/g.c^0$

الحل//

$$q_{(J)} = S_{(J/g.c^0)} * m_{(g)} * \Delta T$$

$$276_{(J)} = 0.13_{(J/g.c^0)} * 4.5_{(g)} * \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{276_{(J)}}{0.13_{(J/g.c^0)} * 4.5_{(g)}} = 471.8c^0$$

$$\Delta T = T_f - T_i$$

$$471.8c^0 = T_f - 25c^0$$

$$T_f = 471.8 + 25$$

$$T_f = 496.8c^0$$

5-1 حرارة التفاعل التغير في الانثالبي

العمليات الكيميائيه إما تجري عند ضغط ثابت او حجم ثابت حيث التي تجري عند ضغط ثابت تقاس بشكل اسهل من التي تقاس عند حجم ثابت .

التغير في الانثالبي ΔH : هو دالة حالة ثرموداينمكية وخاصية شاملة تمثل كمية الحرارة المتحهة او المنبعثة و المقاسة في ثبوت الضغط

$$\Delta H_r = \Delta H_P - \Delta H_R$$

- ΔH_r : انثالبي التفاعل
- ΔH_P : انثالبي النواتج
- ΔH_R : انثالبي المتفاعلات

✱ ملاحظة عند ثبوت الضغط فالحرارة = انثالبي التفاعل $\Delta H = q_P$

- q_P : الحرارة بثبوت الضغط
- ΔH : انثالبي التفاعل

ملاحظة :

١- اذا كانت قيمة انثالبي التفاعل سالبة فأن التفاعل باعث للحرارة $\Delta H = -$

٢- اذا كانت قيمة انثالبي التفاعل موجبة فأن التفاعل ماص للحرارة $\Delta H = +$

6-1 دالة الحالة

هي تلك الخاصية او الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغير والحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن الطريق او المسار الذي يسلكه التفاعل .

- **ملاحظة :**

الحرارة والشغل لا تعتبر دالة حالة لأنهما يتغيران بتغير الظروف .

- **ملاحظة :**

لا يمكن قياس القيمة المطلقة للدوال ولكن يمكن قياس مقدار التغير لهذه الدوال

$$\Delta H_r = \Delta H_F - \Delta H_i$$

نهائي ابتدائي

7-1 الخواص العامة للمواد

تقسم الخواص الى نوعين	
الخواص الشاملة	**الخواص المركزة**
وهي الخواص التي تعتمد على كمية المادة في النظام مثل الكتلة والحجم و ΔHوΔSوΔG	هي الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة في النظام مثل الكثافة ودرجة الحرارة والحرارة النوعية

علل // الانثالبي دالة حالة وهو خاصية شاملة ؟

ج// لأنها تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام ولاتتغير بتغير الضروف لكن يتغير ΔH من تفاعل الى آخر .

8-1 الكيمياء الحرارية

هو علم يهتم بدراسة الحرارة الممتصة او المنبعثة

تفاعل كيميائي	$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(L)} + ENERGY$
تغير فيزيائي	$2H_2O_{(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(L)} + ENERGY$ بخار → سائل تغير فيزيائي

ملاحظات

١- يمكن ان نعرف التفاعل ماص اذا كانت قيمة ΔH موجبه **او** اذا كانت الحرارة بالمتفاعلات

$A +$ حرارة $\rightarrow B \qquad \Delta H = +$

(يعني ان التفاعل يحتاج حرارة لكي يحدث)

٢- يمكن ان نعرف التفاعل باعث اذا كانت قيمة ΔH سالبة **او** اذا كانت الحرارة بالنواتج .

$A \rightarrow B +$ حرارة $\qquad \Delta H = -$

(يعني ان التفاعل انتج حرارة)

كيفية كتابة مخطط الطاقة

١- اذا كان :

أ- التفاعل باعث نضع المتفاعلات فوق والنواتج تحت .

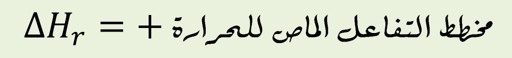
ب- التفاعل ماص للحرارة نضع النواتج فوق والمتفاعلات تحت

٢- السهم دائما متجه من المتفاعلات الى النواتج .

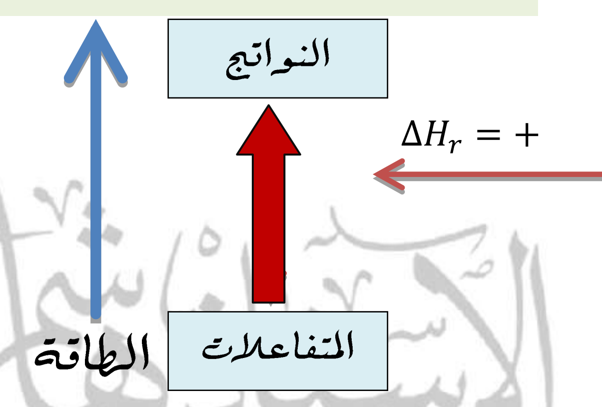
٣- اذا كان :

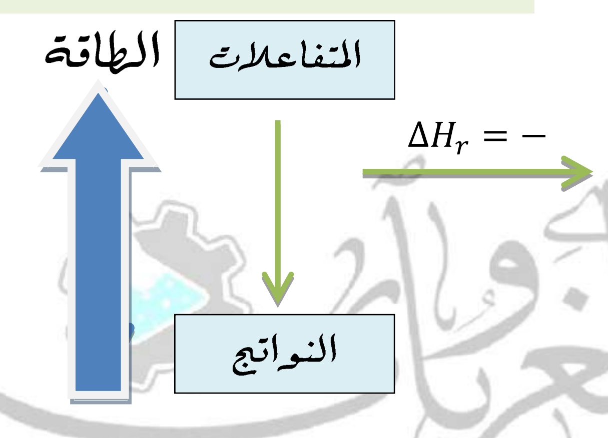
أ- التفاعل باعث فأن الحرارة تخرج من سهم التفاعل .

ب- التفاعل ماص فأن الحرارة تدخل مع سهم التفاعل



مخطط التفاعل الباعث للحرارة $\Delta H_r = -$





مثال // ارسم مخطط التفاعلات الاتية :

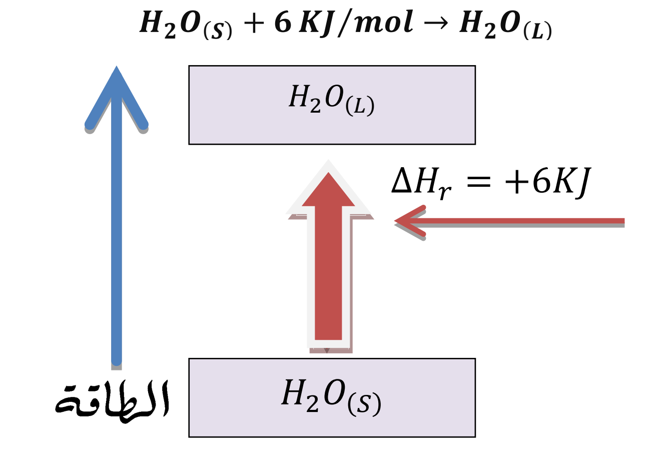
1. $H_2O_{(S)} + 6\,KJ/mol \rightarrow H_2O_{(L)}$

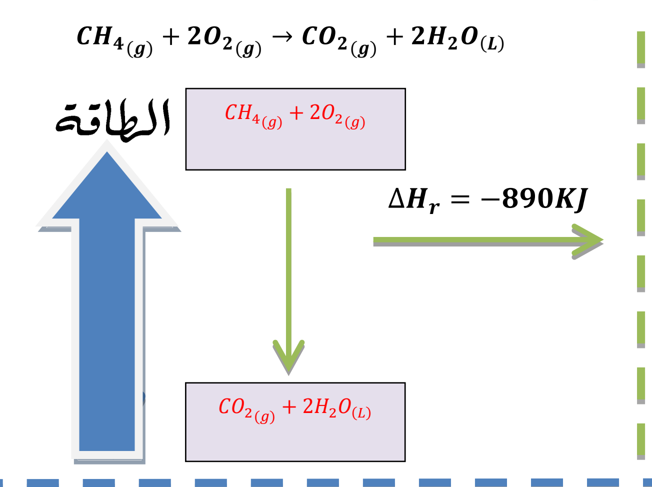
2. $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(L)} + 890\,KJ/mol$

الحل//

نلاحظ ان التفاعل الاول ماص لان قيمة الحرارة في المتفاعلات اي $\Delta H = +$

والتفاعل الثاني باعث لان قيمة الحرارة في النواتج اي $\Delta H = -$





9-1

قياس انثالبي التفاعل

تمرين 3-1

صف المسعر الحراري الذي تتم بوساطته قياس الحرارة الممتصه والمنبعثه

الحل | يستخدم المسعر لقياس انثالبي التفاعل ويتكون المسعر من وعاء التفاعل مغمور في كمية معينة من الماء معروف الكتلة موجود في وعاء معزول عزلاً جيداً

ملاحظة / في المسعر دائماً تقاس الحرارة بثبوت الضغط حيث ان $\Delta H = q_p$
هذا يعني ان q هي ΔH في مسائل المسعر

خطوات حل مسائل المسعر

١- ايجاد ΔT ⇐ من قانون $\Delta T = T_f - T_i$

٢- ايجاد الحرارة q عن طريق :

أ- اذا اعطى السعة الحرارية C نستخدم القانون : $q_J = C_{J/g.c^0} * \Delta T_{c^0}$

ب- اذا اعطى الحرارة النوعية S نستخدم القانون : $q_J = S_{J/g.c^0} * m_{(g)} * \Delta T_{c^0}$

(ثم نعطيها اشارة سالبة دائما -=q)

كتلة الماء

٣- نجد عدد مولات المادة الداخلة في المسعر $n_{mol} = \frac{m_{(g)}}{M_{g/mol}}$

(الكتلة هنا للمادة الداخلة في المسعر)

٤- نقسم الحرارة من الخطوة (2) على عدد المولات n من الخطوة الثالثة لإيجاد $q_{J/mol}$

(الحرارة بالمول) $q_{J/mol} = \frac{q_J}{n_{mol}}$

٥- اذا طلب الاحتراق لمول واحد نحول $q_{j/mol}$ الى $q_{kj/mol}$ عن طريق ضرب في $\frac{1}{1000}$

مثال 2-1

باستخدام المسعر الحراري وضعت $3(g)$ من مركب الكلوكوز $(C_6H_{12}O_6)$ الكتلة المولية للكلوكوز $(180_{g/mol})$ في وعاء العينة ثم ملئ وعاء التفاعل بغاز الاوكسجين ووضع هذا الوعاء في داخل الوعاء المعزول الذي ملئ بكمية من $1200g$ من الماء (الحرارة النوعية للماء $(4.2_{J/g.c^0})$ وكانت درجة الحرارة الابتدائية = $21.0c^0$ احرق بعد ذلك المزيج وعند قياس درجة الحرارة المسعر ومحتوياته الى $25.5c^0$ احسب كمية الحرارة المتحررة بوحدة KJ نتيجة احتراق 1mole من الكلوكوز . على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة

الحل // نطبق الخطوات الخمسة :

1- $\Delta T = T_f - T_i \Rightarrow \Delta T = 25.5 - 21. = 4.5℃$

2- $q_{(J)} = S_{J/g.℃} * m_{(g)} * \Delta T_{℃}$

$q_{(J)} = 4.2_{J/g.℃} * 1200_{(g)} * 4.5_{℃}$

$q_{(J)} = 22680(J)$

نعطيها اشارة سالبة دائما لأن تفاعلات المسعر دائما باعثة

$q_{(J)} = -22680(J)$

3- $n_{mol} = \frac{m_{(g)}}{M_{g/mol}} \Rightarrow n_{mol} = \frac{3}{180} = 0.017mol$

4- $q_{j/mol} = \frac{q_j}{n_{mol}} = \frac{-22680j}{0.017mol} = -1334118$

5- $q_{KJ/mol} = q_{J/mol} * \frac{1}{1000} \Rightarrow -1334118 * \frac{1}{1000}$

$q_{KJ/mol} = -1334.118\ KJ/mol$

تمرين 4-1

اذا تم حرق 3g من مركب الهيدرازين (N_2H_4) (كتلته المولية= $32\ g/mol$) في مسعر مفتوح يحتوي 1000g م الماء (الحرارة النوعية للماء $(4.2_{J/g.c^0})$) فأن درجة الحرارة ترتفع من 24.6℃ الى 28.2℃ . احسب الحرارة المتحررة نتيجة الاحتراق (1mol) من الهيدرازين بوحدة KJ/mol على افتراض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة .

الحل/ نطبق الخطوات الخمسة :

1 $\Delta T = T_f - T_i \Rightarrow \Delta T = 28.2 - 24.6 = 3.6℃$

2 $q_{(J)} = S_{J/g.℃} * m_{(g)} * \Delta T_{℃}$

$q_{(J)} = 4.2_{J/g.℃} * 1000_{(g)} * 3.6_{℃}$

$q_{(J)} = 15120(J) \Rightarrow q_{(J)} = -15120(J)$

3 $n_{mol} = \frac{m_{(g)}}{M_{g/mol}} \Rightarrow n_{mol} = \frac{3}{32} = 0.0937mol$

4 $q_{j/mol} = \frac{q_j}{n_{mol}} = \frac{-15120J}{0.0937mol} = -160851\ J/mol$

5 $q_{KJ/mol} = q_{J/mol} * \frac{1}{1000} \Rightarrow -160851 * \frac{1}{1000}$

$q_{KJ/mol} = -160.851\ KJ/mol$

سؤال / 24-1

عند حدوث لتفاعل الكيميائي في مسعر سعته الحرارية الكلية تساوي $2.4\ KJ/°C$ فان درجة الحرارة للمسعر ترتفع بمقدار $0.12°C$ احسب التغير في الانثالبي لهذا التفاعل بوحدات الجول .

الحل //

1. $\Delta T = 0.12°C$
2. $q_{(J)} = C_{J/°C} * \Delta T_{°C} \Rightarrow q_{(J)} = 2.4_{KJ/°C} * 0.12_{°C}$

$q_{(J)} = 0.288(KJ)$

$q_{(J)} = 0.288(KJ) * 1000$

$q_{(J)} = 288\ J$

$\Delta H = q_P = -288\ J$

هنا اعطى السعة الحراريه بـ KJ لذلك تكون ال q ايضا بـ KJ نحولها لـ J كما طلب في السؤال

هنا مطلوب فقط الحرارة وليس الاحتراق بالمول .

السؤال / 29-1

تم حرق عينه كتلتها 1.5 g من حامض الخليك CH_3COOH (الكتلة المولية للحامض = $60\ g/mol$) بوجود كمية وافرة من الاوكسجين وكان المسعر يحتوي على 750 g من الماء (الحرارة النوعية للماء = $4.2\ J/g.°C$) فاذا ارتفعت درة الحرارة المسعر ومحتوياته من 24°C الى 28°C احسب كمية الحرارة التي يكمن ان تنبعث نتيجة احتراق مول واحد من الحامض . على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة .

الحل// واجب || نطبق الخطوات الخمسة

ج// $-504000\ J/mol$

استراحه | كلماتي

الراد الهيبه مايرضه يمس عار
شراد وكلبه من ناره يمسعر
بخمس خطوات احلنك يمسعر
وحلك سهل ماتصعب عليه

10-1 المعادلات الكيميائية الحرارية

تختلف المعادلة الكيميائية عن باقي المعادلات حيث يمكننا ان توضح :

١- اذا كان التغير في الانثالبي قيمة موجبة فأن التفاعل ماص للحرارة .

$$2H_2O_{(g)} \rightarrow 2H_2O_{(L)} \qquad \Delta H = +6\,KJ/mol$$

اما اذا كان التغير في الانثالبي قيمته سالبة فأن التفاعل باعث للحرارة :

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(L)} \Delta H = -890\ KJ/mol$$

٢- يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمادة الداخل في التفاعل ؟ علل ذلك .

ج// لأن كمية الحرارة الممتصة او المنبعثة تتغير بتغير الحالة الفيزيائية لمواد التفاعل

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} \Delta H = -286\,KJ/mol$$

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)} \Delta H = -242\,KJ/mol$$

٣- اذا تم عكس المعادلة تعكس اشارة ΔH

$$H_2O_{(S)} \rightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H = 6\,KJ/mol$$

$$H_2O_{(L)} \rightarrow H_2O_{(S)} \qquad \Delta H = -6\,KJ/mol$$

٤- عند ضرب او قسمة طرفي المعادلة بعدد معين يشترط ضرب ΔH ايضا بنفس العدد

$$H_2O_{(S)} \rightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H = 6\,KJ/mol$$

$$2H_2O_{(S)} \rightarrow 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H = 2 * 6\,KJ/mol \;=12KJ/mol$$

سؤال 19-1 / لماذا من الضروري بيان الحالة الفيزيائية عند كتابة التفاعلات الحرارية ؟.

ج/ لأن كمية الحرارة الممتصة او المنبعثة تتغير بتغير الحالة الفيزيائية للمواد الداخلة بالتفاعل

11-1 انثالبي التفاعل القياسية

يتم قياسها في الظروف قياسية عند حرارة 25°C وضغط atm ويرمز لها بالرمز ΔH_{r^0} وحداتها KJ

س / ماذا تعني ظروف التفاعل القياسية في الكيمياء الحرارية؟ وماهي اوجه الاختلاف عن STP التي تستخدم في الغازات ؟

ج// ظروف الكيمياء الحرارية القياسيه هي حرارة 25°C وضغط 1atm

و ظروف الغازات القياسية هي حرارة 0°C وضغط 1atm

12-1 انواع الانثالبيات

١. انثالبي التكوين القياسية ΔH_{F^0}
٢. انثالبي الاحتراق القياسية ΔH_{C^0}
٣. انثالبي التغيرات الفيزيائية

1 - انثالبي التكوين القياسية ΔH_{F^o}

هي الحرارة اللازمة لتكوين مول واحد من اي مركب من عناصره الاساسية في اثبت صورة في الظروف القياسية وحداتها KJ/mol

س/ ماهي شروط $\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o}$ ؟

ج/ عندما يكون المتكون مول واحد من عناصره الاساسية في اثبت صوره .

ملاحظات

١- المتكون مول واحد (المادة الناتجة مول واحد)

٢- من عناصره الاساسية (عناصر حره وليس مركبات)

٣- في اثبت صوره (تكون العناصر بالصوره الاثبت اي الصورة الاكثر انتشاراً حيث :

أ- الكاربون له صورتين (ماس diamond) و(كرافيت graphite) الصور الاثبت هي الكرافيت graphite .

ب- الكبريت له صورتين (معيني rho) و (موشوري orth) الصورة الاثبت هي (المعيني rho)

ج- الحديد والالمنيوم اثبت صور لهما الصلب (S)

د- العناصر $(H_2, F_2, Br_2, Cl_2, N_2, O_2)$ اثبت صوره لها هي الحالة الغازيه (g)

ه- الزئبق اثبت صوره له الحالة السائلة (L) والحديد والالمنيوم الحالة الصلبة(S)

٤- انثالبي التكوين القياسية ΔH_{F^o} لجميع العناصر الحرة في حالتها القياسية تساوي صفر

علل // ظهور الكسور في المعادلات الكيميائية الحرارية ؟

ج/ بسبب تغير عدد المولات لجعل المتكون او المحترق مول واحد .

س/ في اي المعادلات الاتية $\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o}$ ؟

1) $C_{diamond} + O_{2_g} \rightarrow CO_{2_g}$ $\quad \Delta H_{r^o} \neq \Delta H_{F^o}$

- الكاربون ليس في اثبت صوره

2) $C_{gra} + O_{2_L} \rightarrow CO_{2_g}$ $\quad \Delta H_{r^o} \neq \Delta H_{F^o}$

- الاوكسجين ليس في اثبت صوره

3) $2C_{gra} + 2O_{2_g} \rightarrow 2CO_{2_g}$ $\quad \Delta H_{r^o} \neq \Delta H_{F^o}$

- المتكون ليس مول واحد

4) $CO_g + \frac{1}{2}O_{2_L} \rightarrow CO_{2_g}$ $\quad \Delta H_{r^o} \neq \Delta H_{F^o}$

- CO مركب وليس عنصر

5) $C_{gra} + O_{2_g} \rightarrow CO_{2_g}$ $\quad \Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o}$

- لأن المتكون مول واحد من عناصره الأساسية باثبت صوره

ملاحظة :-

في حالة اعطى ΔH_{F^o} ويطلب ΔH_{r^o} وكانت جميع شروط المساواة متوفرة ماعدا المتكون يكون اكثر من مول نستخدم القانون : $\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o} * n$ عددمولات المتكون

مثال توضيحي //احسب انثالبي التكوين القياسية ΔH_{F^o} للتفاعل الاتي :

$$H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightarrow 2HBr \qquad \Delta H_{r^o} = -72KJ$$

نلاحظ ان جميع الشروط توفرت ماعدا عدد مولات المتكون = 2

$$\Delta H_{F^o} = \frac{\Delta H_{r^o}}{n} \Rightarrow \Delta H_{F^o} = \frac{-72KJ}{2} = -36KJ$$

كيفية كتابة معادلة التكوين الحرارية بحيث تكون $\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o}$

نكتب المركب المعطى في النواتج ونكتب عناصره الاساسية في المتفاعلات و نوازن المعادلة من حيث عدد الذرات ثم نكتب الصورة الاثبت لكل عنصر

مثال 1-3

اذا علمت ان انثالبي التكوين القياسية للبنزين C_6H_6 تساوي $49\ KJ/mol$ اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية للتفاعل بحيث $\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o}$ ؟

الحل //

- $6C_{(graph)} + 3H_{2(g)} \rightarrow C_6H_{6(L)} \qquad \Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o} = 49\ KJ/mol$

المتكون مول واحد من عناصره اساسية باثبت صوره .

تمرين 1-5

اذا علمت ان حرارة التكوين القياسية لحامض الكبريتيك H_2SO_4 تساوي $(-1278\ KJ/mol)$ اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية بحيث $\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o}$ ؟

الحل//

- $H_{2_g} + 2O_{2_g} + S_{rho} \rightarrow H_2SO_4 \qquad \Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o} = -1278\ KJ/mol$

المتكون مول واحد من عناصره الاساسية باثبت صورة .

ملاحظة :

الغازات الاتية تكتب في المعادلة على هيئة جزئيات وليست ذرات $(H_2, F_2, Br_2, I_2, N_2, O_2)$

مثال 4-1

اي من التفاعلات الاتية تساوي قيمة انثالبي التفاعل القياسية ΔH_{r^o} لها قيمة انثالبي التكوين القياسية ΔH_{F^o} للمركبات المتكونة ؟

1- $4Fe_{(S)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(s)}$ $\quad \Delta H_{r^o} = -1625\ KJ$

2- $C_{(graphite)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ $\quad \Delta H_{r^o} = -394\ KJ$

3- $CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ $\quad \Delta H_{r^o} = -283\ KJ$

الحل//

١- التفاعل الاول $\Delta H_{r^o} \neq \Delta H_{F^o}$ لأن المتكون ليس مول واحد

٢- التفاعل الثاني $\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o}$ لأن المتكون مول واحد من عناصره الاساسية في اثبت صورة .

٣- التفاعل الثالث $\Delta H_{r^o} \neq \Delta H_{F^o}$ لأن CO مركب وليس عنصر .

تمرين 7-1

احسب انثالبي التكوين القياسية لسائل الماء بالاستعانه بالتفاعل الآتي

$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(L)} \quad \Delta H_{r^o} = -572KJ$

الحل // بما ان المتكون مولين من عناصر اساسية باثبت صورة

$$\Delta H_{F^o} = \frac{\Delta H_{r^o}}{n_{mol}}$$

$$\Rightarrow \Delta H_{F^o} = \frac{-572\ KJ}{2_{mol}} = -286\ KJ/mol$$

تمرين 6-1

احسب انثالبي التفاعل القياسية ΔH_{r^o} للتفاعل التالي اذا علمت انثالبي التكوين القياسية ل HF فلوريد الهيدروجين تساوي $\Delta H_{F^o} = -271\ KJ/mol$

$$H_{2_g} + F_{2_g} \rightarrow 2HF_g$$

الحل // بما ان المتكون مولين من عناصر اساسية بأثبت صورة :

$$\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o\,\frac{KJ}{mol}} * n_{mol}$$

$$\Rightarrow \Delta H_{r^o} = -271_{KJ/mol} * 2_{mol} = -542\ KJ$$

2- انثالبي الاحتراق القياسية ΔH_{C^o}

هي الحرارة المتحرره من حرق مول واحد من اي مركب حرقاً تاما في الاوكسجين في الظروف القياسية ويرمز لها بالرمز ΔH_{c^o} وحداتها KJ/mol

✱ س/ ماهي شروط $\Delta H_{r^o} = \Delta H_{c^o}$

ج/ عندما يكون المحترق مول واحد مع كمية وافرة من الاوكسجين .

ملاحظات :

١- حرق العناصر مع الاوكسجين يعطي اكاسيدها :

اوكسيد الالمنيوم : $2Al_S + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow Al_2O_{3S}$

٢- حرق المركبات العضوية مع الاوكسجين دائما يعطي $CO_2 + H_2O$

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

ملاحظة : جميع تفاعلات الاحتراق باعثه للحرارة $\Delta H = -$

كيفية كتابة معادلة احتراق القياسية

نكتب المركب المعطى في المتفاعلات + O_2 واذا كان العنصر المعطى غير عضوي يكون الناتج اوكسيد العنصر اما اذا كان مركب عضوي يكون الناتج $CO_2 + H_2O$ ثم نوازن المعادلة :

في موازنة المعادلة نوازن O_2 اخير شيء حيث نوازنه بالاعتماد على عدد ذرات O_2 الناتجة .

مثال توضيحي

اكتب معادلة احتراق C_5H_{12} بحيث تكون $\Delta H_{r^o} = \Delta H_{c^o}$

- اول خطوة اكتب المركب المعطى في المتفاعلات مع الاوكسجين O_2
  - $C_5H_{12} + O_2 \rightarrow$
- بما انه مركب عضوي اذا يعطي $CO_2 + H_2O$ في النواتج
  - $C_5H_{12} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
- هسه تجي نوازن عدد الذرات ماعدا الاوكسجين O_2
  - $C_5H_{12} + O_2 \rightarrow 5\ CO_2 + 6\ H_2O$
- هسه احسب شكد طلع عندي O_2 بالنواتج اوازنه مع المتفاعلات
  - $C_5H_{12} + 8\ O_2 \rightarrow 5\ CO_2 + 6\ H_2O$

تمرين 1-8

اكتب معادلة تفاعل احتراق سائل البروبان C_3H_8 اذا علمت ان $\Delta H_{c^o (C_3H_8)} = -2219\ KJ/mol$.

....

انتبه/ نضع المركب المعطى في المتفاعلات مع O_2 والناتج $CO_2 + H_2O$ لأنّ، المحترق مركب عضوي ثم نوازن المعادلة .

الحل //

$$C_3H_{8(l)} + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$$
$$\Delta H_{r^o} = \Delta H_{c^o} = -2219\ KJ/mol$$

مثال 1-5

اكتب المعادلة الكيميائية الحرارية لحرق الكحول المثيلي السائل $CH_3OH_{(L)}$ اذا علمت ان $\Delta H_{c^o} = -727\ KJ/mol$ للكحول الاثيلي .

....

انتبه / نضع المركب المعطى في المتفاعلات مع O_2 ثم يكون الناتج $CO_2 + H_2O$ لأنّ، المحترق مركب عضوي ثم نوازن عدد الذرات .

الحل/

$$CH_3OH_{(L)} + 3O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$$
$$\Delta H_{r^o} = \Delta H_{c^o} = -727\ KJ/mol$$

استراحه /// كلماتي

عليج الله اليكون الكون تكوين — مثل مكوى ابدليلي ليش تكوين

انثالبي التفاعل يصير انثالبي تكوين — اذا المتكون مول من عناصر اساسيه

السؤال 1-9

احسب التغير في انثالبي التكوين القياسية ΔH_{f^o} لـ Al_2O_3 والتغير في انثالبي الاحتراق القياسية لـ Al في التفاعل الاتي :

$$4Al_{(s)} + 3O_{2\,(g)} \rightarrow 2Al_2O_3 \qquad \Delta H_{r^o} = -3340KJ$$

انتبه//

١- لأيجاد ΔH_{f^o} لـ Al_2O_3 يجب ان يكون مول واحد هنا عدد مولات Al_2O_3 هي 2
لذلك نقسم $\Delta H_{f^o} = \frac{\Delta H_{r^o}}{2}$

٢- لايجاد ΔH_{c^o} لAl يجب ان يكون الحترق مول واحد هنا عدد مولات Al هي 4 ؛ لذلك نقسم $\Delta H_{c^o} = \frac{\Delta H_{r^o}}{4}$

الحل //

$$2Al_{(s)} + \frac{3}{2}O_{2\,(g)} \rightarrow Al_2O_3$$

$$\Delta H_{f^o} = \frac{\Delta H_{r^o}}{n_{mol}} \Rightarrow \Delta H_{f^o} = \frac{-3340\ KJ}{2_{mol}} = -\ 1670\ KJ/mol$$

$$Al_{(s)} + \frac{3}{4}O_{2\,(g)} \rightarrow \frac{1}{2}Al_2O_3$$

$$\Delta H_{c^o} = \frac{\Delta H_{r^o}}{n_{mol}} \Rightarrow \Delta H_{c^o} = \frac{-3340\ KJ}{4_{mol}} = -\ 835\ KJ/mol$$

3- انثالبي التغيرات الفيزيائية

أ- انثالبي التبخر ΔH_{vap} :- هي الحرارة اللازمة لتبخر مول واحد من المادة ويرمز لها بالرمز ΔH_{vap} وتكون قيمته موجبة .

$$\text{سائل} \xrightarrow{\Delta H_{vap}} \text{غاز}$$

ب- انثالبي التكثيف ΔH_{cond} :- هي الحرارة المنبعثة نتيجة تكثيف مول واحد من المادة ويرمز لها بالرمز ΔH_{cond} وتكون قيمته سالبة .

$$\text{غاز} \xrightarrow{\Delta H_{cond}} \text{سائل}$$

ت- انثالبي الانصهار ΔH_{fus} :- هي الحرارة اللازمة لانصهار مول واحد من المادة ويرمز لها بالرمز ΔH_{fus} وتكون قيمته موجبة .

$$\text{صلب} \xrightarrow{\Delta H_{fus}} \text{سائل}$$

ث- انثالبي الانجماد ΔH_{cryst} :- هي الحرارة المنبعثة نتيجة انجماد مول واحد من المادة ويرمز لها بالرمز ΔH_{cryst} وتكون قيمته سالبة .

$$\text{سائل} \xrightarrow{\Delta H_{cryst}} \text{صلب}$$

ملاحظات

١- التبخر تحول من سائل الى غاز
٢- التكثيف تحول من غاز الى سائل

$$\Delta H_{vap} = -\Delta H_{cond}$$

٣- الانصهار تحول من صلب الى سائل

٤- الانجماد تحول من سائل الى صلب

$$\Delta H_{fus} = -\Delta H_{cryst}$$

تمرين 1- 9

اذا علمت ان انثالبي الانصهار لحامض الخليك CH_3COOH الثلجي 5.11 KJ/mol احسب انثالبي الانجماد لـ 0.1 mol للحامض ؟

الحل // انثالبي الانجماد هو عكس اشاره انثالبي الانصهار

$$CH_3COOH_{(s)} \xrightarrow{fus} CH_3COOH_{(L)} \quad \Delta H_{fus} = 5.11 \ KJ/mol$$

$$\Delta H_{fus} = -\Delta H_{cryst}$$

$$CH_3COOH_{(L)} \xrightarrow{cryst} CH_3COOH_{(S)} \quad \Delta H_{fus} = -5.11 \ KJ/mol$$

$$\Delta H_{fus} = -5.11 \ KJ/mol * 0.1 \ mol = -0.511 \ KJ$$

مثال 1-6

اذا علمت ان انثالبي التبخر للامونيا تساوي 23 KJ/mol احسب انثالبي التكثيف للامونيا .

الحل // انثالبي التكثيف هو عكس اشاره انثالبي التبخر :

$$NH_{3(L)} \xrightarrow{vap} NH_{3(g)} \quad \Delta H_{vap} = 23 \ KJ/mol$$

$$\Delta H_{vap} = -\Delta H_{cond}$$

$$NH_{3(g)} \xrightarrow{cond} NH_{3(L)} \quad \Delta H_{cond} = -23 \ KJ/mol$$

ملاحظات مهمه

١- كل انثالبيات التغيرات الفيزيائية تقاس ب KJ/mol

٢- ΔH_{r^o} تقاس بالكيلو جول KJ

٣- $\Delta H_{C^o}, \Delta H_{F^o}$ تقاس ب KJ/mol

ملاحظه مهمه /// هنالك انثالبي تدعى انثالبي التفكك القياسيه هي تماما عكس انثالبي التكوين القياسيه (عكس معادلة التكوين وعكس اشارة انثالبي التكوين) مثلا... معادلة تكوين حامض الكبريتيك

$$H_{2g} + 2O_{2g} + S_{rho} \rightarrow H_2SO_4 \quad \Delta H_{F^o} = -811 \ KJ/mol$$

بينما معادلة تفكك حامض الكبريتيك

$$H_2SO_4 \rightarrow H_{2g} + 2O_{2g} + S_{rho} \quad \Delta H_{D^o} = +811 \ KJ/mol$$

13-1 طرائق حساب انثالبي التفاعل

١- طريقة استخدام قانون هيس

قانون هيس :-

عند تحويل المتفاعلات الى نواتج فأن التغير في انثالبي التفاعل هو نفسه سواء تم بخطوة واحده او سلسلة من الخطوات .

علل / لا يمكن تصنيع بعض المركبات من عناصرها مباشرةً .

ج/ لأن التفاعل يسير ببطء كبير وتكون مركبات عرضيه غير مرغوب فيها .

ملاحظات :

١- المراد هو حساب $\Delta H_r{}^o$ للمعادلة الهدف (المجهولة) .

٢- استخدام كافة المعادلات المعلومة $\Delta H_r{}^o$ (المعطاة) ولا نترك واحدة

٣- المعادلة المعلومة $\Delta H_r{}^o$ تستخدم مرة واحده فقط

٤- في حال لم يعطيك معادلات معلومة تستطيع الحصول عليها من منطوق السؤال وعمل معادلات تكوين او احتراق او تفكك كما تعلمنا سابقاً

٥- تستطيع التأكد من ان حلك صحيح يجب ان يكون مجموع المعادلات معلومة $\Delta H_r{}^o$ يساوي المعادلة الهدف (مجهولة $\Delta H_r{}^o$)

الخلاصة :

هنا اتخيل نفسك رايح للسوك وعندك قائمة مسواك (الحجية دازتك للسوك) على ان:

المعادلة الهدف ⇐ هي قائمة المسواك

المعادلة المعلومه⇐ $\Delta H_r{}^o$ هي البضاعة بالسوك .

نأخذ مثال توضيحي حتى تفتهم .

مثال توضيحي اجاك سؤال كالك احسب $\Delta H_r{}^o$ للمعادلة الاتية

$$C_{gra} + 2S_{orh} \rightarrow CS_{2_L} \qquad \Delta H_r{}^o = ?\ KJ/mol$$

اذا علمت ان :

1. $C_{gra} + O_{2_g} \rightarrow CO_{2_g} \qquad \Delta H_r{}^o = -394\ KJ/mol$
2. $S_{rho} + O_{2_g} \rightarrow SO_{2_g} \qquad \Delta H_r{}^o = -296\ KJ/mol$
3. $CS_{2_L} + 3O_{2_g} \rightarrow CO_{2_g} + 2\,SO_{2_g} \qquad \Delta H_r{}^o = -\ 1072\ KJ/mol$

اشلون نحل تعال أنشوف :

لو تباوع على المعادلة الهدف (مجهولة $\Delta H_r{}^o$) الي هيه قائمة المسواك راح تعرف لازم تسوك (2S) بالمتفاعلات و (C_{gra}) بالمتفاعلات و (CS_{2_L}) بالنواتج . بس السعر مجهول ما تعرفة الي هو يمثل ($\Delta H_r{}^o$). اول مادخلت للأسواق ابو الاسواق يعرضلك بضاعته (المعادلات معلومة ال $\Delta H_r{}^o$) انت تلزم القائمة مالتك وتكوله أريد (C_{gra}) و ($2S_{rho}$) بالمتفاعلات و (CS_{2_L}) بالنواتج وشكد السعر يصير $\Delta H_r{}^o$ هو راح يشونك بضاعته (المعادلات ال 3 معلومه$\Delta H_r{}^o$) يقدملك المعادلة الاولى بيها C_{gra} بالمتفاعلات ومول واحد وسعرها معلوم كله اوك اخذه لأن اني اريد C_{gra} بالمتفاعلات ومول واحد هسه اشترينه C_{gra} .تكله المعادلة الاولى تبقى كما هي .يبقه عدنه نتسوك $2S_{rho}$ يقدملك المعادلة الثانية (بعد المعادلة الاولى ماتفيدنشمرهه) انته تكله يابه اريد $2S_{rho}$ بالمتفاعلات يكلك عندي S_{rho} بس مول واحد بالمتفاعلات كله اضربه في اثنين (السعر = $\Delta H_r{}^o$) هم نضربه .

اذا المعادلة اثنين تضرب في اثنين . هسه اشترينه (C_{gra}) و ($2S_{rho}$) . تبقى عدنه (CS_{2L}) كله اريد (CS_{2L})مول واحد بالنواتج هو يقدملك المعادلة رقم 3 يكلك عندي (CS_{2L}) بس بالمتفاعلات كله اكلب المعادلة اذ تقلب المعادلة الثالثه (وتتذكر السعر ΔH_{r^o}) هم تنقلب اشارته .

هسه نجي نشوف شمهلنة

المعادلة الاولى تبقى كما هي المعادلة الثانية تضرب * 2 والمعادلة الثالثة تقلب .

1. $C_{gra} + O_{2g} \rightarrow CO_{2g} \quad \Delta H_{r^o} = -394\ KJ/mol$
2. $2S_{rho} + 2O_{2g} \rightarrow 2SO_{2g} \quad \Delta H_{r^o} = -592\ KJ/mol$
3. $CO_{2g} + 2\,SO_{2g} \rightarrow CS_{2L} + 3O_{2g} \quad \Delta H_{r^o} = +\ 1072\ KJ/mol$

هسه نبدي نجمع المعادلات وسعرهن حت نطلع المعادلة المجهولة وسعرها

$$C_{gra} + 2S_{orh} \rightarrow CS_{2L} \quad \Delta H_{r^o} = 86\ KJ/mol$$

ملاحظات

١- عند عكس المعادلة تعكس اشارة ΔH_{r^o}

٢- عند ضرب او قسمة المعادلة على عدد معين تضرب او تقسم قيمة ΔH_{r^o} على نفس العدد

٣- مجموع المعادلات المعلومة بعد العمليات اعلاه يساوي المعادلة المجهولة

٤- في أسئلة هيس $\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o}$ و $\Delta H_{r^o} = \Delta H_{C^o}$ دائماً

مثال 1-7 احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب CS_{2L} من عناصره الاساسيه باثبت صوره

$C_{gra} + 2S_{orh} \rightarrow CS_{2L} \quad \Delta H_{F^o} = ?\ KJ/mol$ اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية :

1. $C_{gra} + O_{2g} \rightarrow CO_{2g} \quad \Delta H_{r^o} = -394\ KJ/mol$
2. $S_{rho} + O_{2g} \rightarrow SO_{2g} \quad \Delta H_{r^o} = -296\ KJ/mol$
3. $CS_{2L} + 3O_{2g} \rightarrow CO_{2g} + 2\,SO_{2g} \quad \Delta H_{r^o} = -\ 1072\ KJ/mol$

الحل / المعادلة (1) تبقى كما هي والمعادلة (2) نضرب في 2 والمعادلة (3) تقلب

1. $C_{gra} + O_{2g} \rightarrow CO_{2g} \quad \Delta H_{r^o} = -394\ KJ/mol$
2. $2S_{rho} + 2O_{2g} \rightarrow 2SO_{2g} \quad \Delta H_{r^o} = -592\ KJ/mol$
3. $CO_{2g} + 2\,SO_{2g} \rightarrow CS_{2L} + 3O_{2g} \quad \Delta H_{r^o} = +\ 1072\frac{KJ}{mol}$

$C_{gra} + 2S_{orh} \rightarrow CS_{2L} \quad \Delta H_{r^o} = 86\ KJ/mol$

بما ان المتكون مول واحد من CS_{2L} من عناصره الاساسية في اثبت صورها اذا

$\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o} = 86\ KJ/mol$

تمرين 10-1

احسب انثالبي التكوين القياسية للاستلين $C_2H_{2(g)}$ من عناصره الاساسية

$$2C_{gra} + H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{2(g)} \quad \Delta H_{F^o} = ?\ KJ/mol$$

اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية

1. $C_{gra} + O_2 \rightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_{r^o} = -394\ KJ/mol$
2. $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{\ (L)} \qquad \Delta H_{r^o} = -286\ KJ/mol$
3. $2C_2H_{2(g)} + 5\,O_{2(g)} \rightarrow 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{\ (L)} \qquad \Delta H_{r^o} = -2599\ KJ/mol$

الحل // المعادلة (1) تضرب * 2 المعادلة (2) تبقى كما هي والمعادلة (3) تقلب وتقسم على (2)

1. $2C_{gra} + 2O_2 \rightarrow 2CO_{2(g)}\ \Delta H_{r^o} = -788\ KJ/mol$
2. $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{\ (L)}\ \Delta H_{r^o} = -286\ KJ/mol$
3. $2CO_{2(g)} + H_2O_{\ (L)} \rightarrow C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2}O_{2(g)}\ \Delta H_{r^o} = +1299.5\ KJ/mol$

$$2C_{gra} + H_{2(g)} \rightarrow C_2H_{2(g)}\ \Delta H_{F^o} = +225.5\ KJ/mol$$

المتكون مول واحد من $C_2H_{2(g)}$ من عنار اساسية باثبت صوره

$$\Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o} = 225.5\ KJ/mol$$

سؤال 10-1

اكتب نص قانون هيس وفسر فائدته في الكيمياء الحرارية من المعادلات التالية عند درجة حرارة 25°C وضغط 1atm :

$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2HCl_{\ (g)} \qquad \Delta H_{r^o} = -185\ KJ$

$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{\ (g)} \qquad \Delta H_{r^o} = -484\ KJ$

احسب ΔH_{r^o} للتفاعل الاتي : $4HCl + O_{2(g)} \rightarrow 2Cl_2 + 2H_2O_{\ (g)}$

الحل//

قانون هيس : عند تحويل المتفاعلات فأن التغير في الانثالبي هو نفسه سواء تم بخطو واحده او سلسلة من الخطوات .

فائدته :- قياس انثالبي التفاعلات التي لا يمكن قياسها بشكل مباشر .

المعادلة (1) تضرب * 2 وتقلب والمعادلة (2) تبقى كما هي

1. $4HCl_{\ (g)} \rightarrow 2H_{2(g)} + 2Cl_{2(g)}\ \Delta H_{r^o} = +370\ KJ$
2. $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{\ (g)}\ \Delta H_{r^o} = -484\ KJ$

$$4HCl + O_{2(g)} \rightarrow 2Cl_{\ 2(g)} + 2H_2O_{\ (g)}\ \Delta H_{r^o} = -114\ KJ$$

سؤال 25-1

جد ΔH_{F^o} لـ Fe_2O_3 من انثالبيات التفاعلات الاتية

$$1)\ 2Al_2O_3 \rightarrow 4Al + 3O_2 \qquad \Delta H_{r^o} = 3340\ KJ$$
$$2)\ 2Al + Fe_2O_3 \rightarrow 2Fe + Al_2O_3 \qquad \Delta H_{r^o} = -853\ KJ$$

....

الحل || المراد حساب ΔH_{F^o} لـ Fe_2O_3 لذلك نكتب معادلة تكوين للمركب ونحسب ΔH_{r^o}

$$2Fe + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow Fe_2O_3 \qquad \Delta H_{r^o} = ?\ KJ$$

وللحصول على المعادلة المطلوبه

معادلة (١) تقلب وتقسم على ٢ ومعادلة (٢) تقلب

$$1)\ 2Al + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow Al_2O_3 \qquad \Delta H_{r^o} = -1670\ KJ$$
$$2)\ 2Fe + Al_2O_3 \rightarrow 2Al + Fe_2O_3 \quad \Delta H_{r^o} = +853\ KJ$$

$$2Fe + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow Fe_2O_3 \qquad \Delta H_{r^o} = -817\ KJ$$

سؤال 28-1

اذا علمت ان انثالبي احتراق كل من غاز CO , H_2 , CH_3OH بوحدات KJ/mol هي على التوالي (-284 , -286 , -727) احسب ΔH_{r^o} بأستخدام قانون هيس للتفاعل الاتي :

$$CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH \qquad \Delta H_{r^o} = ?\ KJ$$

الحل // نكتب معادلات احتراق الغازات CO , H_2 , CH_3OH كما تعلمنا سابقاً :

$$1.\ CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_{r^o} = -284\ KJ/mol$$
$$2.\ H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)} \quad \Delta H_{r^o} = -286\ KJ/mol$$
$$3.\ CH_3OH_{(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} \quad \Delta H_{r^o} = -727/mol\ KJ$$

المعادلة (1) تبقى كما هي والمعادلة (2) تضرب * 2 والمعادلة (3) تقلب

$$1.\ CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_{r^o} = -284\ KJ/mol$$
$$2.\ 2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} \quad \Delta H_{r^o} = -572\ KJ/mol$$
$$3.\ 2H_2O_{(g)} + CO_{2(g)} \rightarrow CH_3OH_{(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \quad \Delta H_{r^o} = +727\ KJ/mol$$
$$CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH \qquad \Delta H_{r^o} = -129\ KJ/mol$$

سؤال 23-1 جد انثالبي التكوين القياسيه لغاز الايثلين C_2H_4 اذا علمت ان درجة الأحتراق القياسيه لكل من H_2 و C و C_2H_4 هي على التوالي مقاسة بوحدات KJ/mol (-1411,-394,-286)

الحل/ المطلوب ايجاد $2C_{gra} + 2H_{2(g)} \rightarrow C_2H_4 \qquad \Delta H_{F^o} = ?\ KJ$

نكتب معادلة احتراق كل من H_2 و C و C_2H_4

$$1.\ H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)} \quad \Delta H_{r^o} = -286\ KJ/mol$$
$$2.\ C_{gra} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} \quad \Delta H_{r^o} = -394\ KJ/mol$$
$$3.\ C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} \quad \Delta H_{r^o} = -1411/mol\ KJ$$

للحصول على العادلة الجهولة

تظرب العادلة الاولى في ٢ والثانيه في ٢ وتقلب الثالثه

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} \quad \Delta H_{r^o} = -572\ KJ/mol$$
$$2C_{gra} + 2O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} \quad \Delta H_{r^o} = -788\ KJ/mol$$
$$2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} \rightarrow C_2H_{4(g)} + 3O_{2(g)} \quad \Delta H_{r^o} = +1411\ KJ/mol$$
$$2C_{gra} + 2H_{2(g)} \rightarrow C_2H_4 \quad \Delta H_{r^o} = \Delta H_{F^o} = +51\ KJ/mol$$

س واجب// يحترق البنزين C_6H_6 في الهواء ليبعث حرارة مقدارها $-3271\ KJ\ /\ mol$ ويعطي غاز ثنائي اوكسيد الكاربون وسائل الماء احسب انثالبي التكوين للبنزين اذا علمت ان انثالبي الاحتراق القياسي بوحدات $KJ\ /\ mol$ لكل من

$C = -394$ و $H_2 = -286$



سؤال وزاري واجب

س // جد انثالبي التكوين القياسيه لغاز الايثلين C_2H_4 اذا علمت ان درجة الأحتراق القياسيه لكل من H_2 و C و C_2H_4 هي على التوالي مقاسة بوحدات KJ/mol ($-1411,-394,-286$)

استراحة /// كلماتي

احترك كلبي عليك وصار بي هيس
وهيستك من طرف ماجات بي هيس

ركزوا الفصل الاول ترى بي هيس
وزاري كل سنه ميه بالميه

الجواب / $+51\ KJ/mol$

٢- طريقة استخدام قيم انثالبي التكوين القياسية

يمكن استخدام قيم انثالبي التكوين القياسية $\Delta H_f o$ للمركبات الكيميائية لحساب $\Delta H_r o$ للتفاعل من خلال تطبيق العلاقة :

$$\Delta H_r o = \sum n\, \Delta H_f o_{(PRODUCTS)} - \sum n\, \Delta H_f o_{(REACTION)}$$

- حيث $\sum$ تعني المجموع و n هي عدد مولات المادة في المعادلة

$\Delta H_r o$ = مجموع $\Delta H_f o$ المواد الناتجة * عدد مولاتها - مجموع $\Delta H_f o$ المواد المتفاعلة * عدد مولاتها

- ملاحظة : انثالبي التكوين القياسية $\Delta H_f o$ للعنصر الحر في اثبت صوره يساوي صفر
- انتبه : اي عنصر تشوفه بالعادلة في اثبت صوره $\Delta H_f o$ له = صفر
- ملاحظة:

نعرف ان السؤال يخص موضوع استخراج $\Delta H_r o$ بأستخدام قيم $\Delta H_f o$ اذا اعطى ف السؤال ($\Delta H_f o$) لمكونات التفاعل اي العناصر والمركبات الداخلة في التفاعل او يعطى $\Delta H_r o$ و $\Delta H_f o$ لأغلب المركبات والعناصر ويطلب $\Delta H_f o$ لعنصر او مركب واحد .

خطوات حل أسئلة حساب $\Delta H_r o$ باستخدام قيم $\Delta H_f o$

١- نكتب المعادلة المعطاة والمراد حساب $\Delta H_r o$ لها ونكتب قيم $\Delta H_f o$ لكل عنصر تحته في المعادلة

٢- كتابة القانون $\Delta H_r o = \sum n\, \Delta H_f o_{(P)} - \sum n\, \Delta H_f o_{(R)}$

٣- نضرب قيمة $\Delta H_f o$ للمركب * عدد مولاته للناتج والمتفاعلات ثم نفتح اقواس على عدد المواد الناتجة والمتفاعلة

استراحة /// كلماتي

عليه انت وزماني ليش مجموع — طرحتوني وجنت ياحيف مجموع

اذا حليت مرة ابقانون مجموع — سهل مابي ابد لوفه قويه

مثال 8-1

يجري تفاعل الثرميت الذي يتضمن الألمنيوم و اوكسيد الحديد (III) كما الاتي :

$$2Al_{(S)} + Fe_2O_{3(S)} \rightarrow Al_2O_{3(s)} + 2Fe_{(L)} \qquad \Delta H_{r^o} = ?\ KJ$$

احسب انثالبي التفاعل القياسية لهذا التفاعل اذا علمت ان :

1- $\Delta H_{f^o(Al_2O_3)} = -1670\ KJ/mol$
2- $\Delta H_{f^o(Fe_2O_3)} = -822\ KJ/mol$
3- $\Delta H_{f^o(Fe_{(L)})} = 12\ KJ/mol$

....

الحل/ نلاحظ انه اعطى انثالبي تكوين الحديد وهو عنصر حر لكنه ليس في اثبت صوره لأن الصورة الاثبت للحديد هو الصلب (S)

1- $2Al_{(S)} + Fe_2O_{3(S)} \rightarrow Al_2O_{3(s)} + 2Fe_{(L)}$

0   −822   −1670   12

2- $\Delta H_{r^o} = \sum n\, \Delta H_{f^o(P)} - \sum n\, \Delta H_{f^o(R)}$

$$\Delta H_{r^o} = \left[1 * \Delta H_{f^o(Al_2O_3)} + 2 * \Delta H_{f^o(Fe_{(L)})}\right] - \left[2 * \Delta H_{f^o Al} + 1 * \Delta H_{f^o(Fe_2O_3)}\right]$$

$$\Delta H_{r^o} = [(1 * -1670) + (2 * 12)] - [2 * 0 + (1 * -822)]$$

$$\Delta H_{r^o} = [-1646] + [822] = -824\ KJ$$

تمرين 11-1

يحترق البنزين في الهواء ليعطي غاز CO_2 وسائل الماء احسب ΔH_{r^o} لهذا التفاعل اذا علمت

$\Delta H_{f^o(C_6H_6)} = 49\ KJ/mol$ و $\Delta H_{f^o(CO_2)} = -394\ KJ/mol$ و $\Delta H_{f^o(H_2O)} = -286\ KJ/mol$

....

الحل //

مطلوب حساب ΔH_{r^o} لتفاعل احتراق البنزين نكتب معادلة احتراق البنزين كما تعلمنا سابقاً :

$$C_6H_{6(L)} + \frac{15}{2}O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 3H_2O(L)$$

49   0   -394   -286

1- $\Delta H_{r^o} = \sum n\, \Delta H_{f^o(P)} - \sum n\, \Delta H_{f^o(R)}$

$$\Delta H_{r^o} = [(6 * -394) + (3 * -286)] - \left[1 * 49 + \left(\frac{15}{2} * 0\right)\right]$$

$$\Delta H_{r^o} = [-3222] - [49] = -3271\ KJ$$

سؤال اضافي واجب

احسب ΔH_r^o عند درجة حرارة $25°C$ وضغط 1atm

$$2NH_{3(g)} + 3O_{2(g)} + 2CH_{4(g)} \rightarrow 2HCN_{(g)} + 6H_2O_{(g)}$$

اذا اعطيت المعلومات الاتية :

$\Delta H_f^o{}_{(NH_3)} = -46\ KJ/mol$, $\Delta H_f^o{}_{(CH_4)} = -75\ KJ/mol$

$\Delta H_f^o{}_{(HCN)} = 135\ KJ/mol$, $\Delta H_f^o{}_{(H_2O)} = -242\ KJ/mol$

....

الحل : واجب

ج $\Delta H_r^o = -940\ KJ$

سؤال 8-1

في مسعر حراري وضع 2.6 g من الاستيلين $M = 26\ g/mol$ فوجد ان كمية الحرارة المنبعثه نتيجة الاحتراق تساوي 130KJ احسب انثالبية التكوين القياسي للاستلين

اذا علمت ان $\Delta H_f^o{}_{(H_2O)} = -286\ KJ/mol$, $\Delta H_f^o{}_{(CO_2)} = -393.5\ KJ/mol$

....

الحل // هنا اعطي q_{KJ} للمسعر نجد عدد مولات المادة الداخلة في المسعر لايجاد $q_{\frac{KJ}{moll}}$ والتي تساوي ΔH_r^o (ماتنسى نعطي اشاره سالبة ل q

$$n_{mol} = \frac{m_g}{M_{g/mol}} = \frac{2.6g}{26\ g/mol} = 0.1\ mol$$

$$q_{KJ/mol} = \frac{q_{KJ}}{n_{mol}} = \frac{-130KJ}{0.1\ mol} = -1300\ KJ/\ mol$$

نكتب معادلة احتراق الاستيلين مع كمية وافرة من الاوكسجين

1 . $C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2}O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + H_2O_{(L)} \Delta H_{r^o} = -1300\ KJ$

? 0 -393.5 -286

2 $\Delta H_{r^o} = \sum n\, \Delta H_{f^o(P)} - \sum n\, \Delta H_{f^o(R)}$

$$\Delta H_{r^o} = \left[\left(2 * \Delta H_{f^o(CO_2)}\right) + \left(\Delta H_{f^o(H_2O)}\right)\right] - \left[\left(1 * \Delta H_{f^o(C_2H_2)}\right) + \left(\frac{5}{2} * \Delta H_{f^o(O_2)}\right)\right]$$

$$-1300\ KJ = [(2 * -393.5) + (1 * -286)] - \left[\left(\Delta H_{f^o(C_2H_2)}\right) + \left(\frac{5}{2} * 0\right)\right]$$

$$-1300\ KJ = [-787 + -286] - \left[\Delta H_{f^o(C_2H_2)}\right]$$

$$\Delta H_{f^o(C_2H_2)} = -787 - 286 + 1300 = 227\ KJ/mol$$

سؤال 1-16

احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $HPO_{3(S)}$ اذا اعطيت المعلومات الاتية :

$$P_4O_{10(S)} + 4HNO_{3(L)} \rightarrow 4HPO_{3(S)} + 2N_2O_{5(S)} \qquad \Delta H_{r^o} = -180\ KJ$$

$$\Delta H_{f^o(P_4O_{10})} = -2984\ KJ/mol \quad , \quad \Delta H_{f^o(HNO_3)} = -174\ KJ/mol$$

$$\Delta H_{f^o(N_2O_5)} = -43\ KJ/mol$$

....

الحل //

1 $P_4O_{10(S)} + 4HNO_{3(L)} \rightarrow 4HPO_{3(S)} + 2N_2O_{5(S)} \Delta H_{r^o} = -180\ KJ$

-2984 -174 ? -43

2 $\Delta H_{r^o} = \sum n\, \Delta H_{f^o(P)} - \sum n\, \Delta H_{f^o(R)}$

$$\Delta H_{r^o} = \left[\left(4 * \Delta H_{f^o(HPO_3)}\right) + \left(2 * \Delta H_{f^o(N_2O_5)}\right)\right] - \left[\left(1 * \Delta H_{f^o(P_4O_{10})}\right) + \left(4 * \Delta H_{f^o(HNO_3)}\right)\right]$$

$$-180\ KJ = \left[\left(4 * \Delta H_{f^o(HPO_3)}\right) + (2 * -43)\right] - [(1 * -2984) + (4 * -174)]$$

$$-180\ KJ = \left[4\Delta H_{f^o(HPO_3)} + -86\right] - [-2984 + -696]$$

$$-180\ KJ = 4\Delta H_{f^o(HPO_3)} - 86 + 3680$$

$$4\ \Delta H_{f^o(HPO_3)} = -3594 + 180$$

$$\Delta H_{f^o(HPO_3)} = -\frac{3774}{4} = -943.5\ KJ/mol$$

14-1

العمليات التلقائية

هي العمليات الفيزيائية او الكيميائية يمكن ان تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون اي تأثير خارجي مثل سقوط الماء من الشلال

بعض الامثلة على العمليات التلقائية

١- سقوط الماء من اعلى الشلال تقائي ولكن صعوده مستحيل
٢- ذوبان قطعة السكر في كوب قهوه تلقائيا ولكنه لا يتجمد تلقائياً الى شكلة الابتدائي
٣- انجماد الماء تلقائيا تحت 0°C وينصهر الجليد فوق 0°C
٤- يصدأ الحديد تلقائياً عند تعرضه للهواء والرطوبة ولكن عودة الصدأ الى حديد لا يكون تلقائيا
٥- يتمدد الغاز تلقائياً في الاناء المفرغ من الهواء .

ملاحظة:
هنالك عمليات باعثة وماصة قد تكون تلقائية او غير تلقائية ولمعرفة هذا التوقع نحتاج الى دالة جديده تسمى الانتروبي .

علل / ما هو سبب حدوث التفاعلات التلقائية ؟
ج/ بسبب حصول انخفاض في طاقة النظام الكلية اي ان الطاقة النهائية اقل من الطاقة الابتدائية للنظام .

15-1

الانتروبي

من اجل التنبؤ بتلقائية عملية ما نحتاج الى ادخال دالة حالة تسمى الانتروبي

الانتروبي : هي دالة حالة ثرموداينميكية تعتبر مقياس درجة اللا انتظام للنظام الثرموداينمكي ويرمز لها بالرمز S

لا يمكن قياس دالة S ولكن يمكن قياس التغير فيها : $\Delta S = S_2 - S_1$

علل || تقود العمليات التي تجري في المحلول دائما الى زيادة الانتروبي (وزاري)
الجواب : بسبب تكسر النظام الهيكلي للمذاب وكذلك جزء من الانتظام الهيكلي للمذيب وعليه يكون المحلول لا انتظام اكثر مما للمذيب النقي والمذاب النقي معا

ملاحظات

١- الانتروبي = مقياس اللاانتظام = مقياس العشوائية

٢- انتروبي الحالة الغازية اكبر من انتروبي الحالة السائله واكبر من انتروبي الحالة الصلبة

ΔS صلب > ΔS سائل > ΔS غاز

٣-

زيادة العشوائية $\Delta S = +$	نقصان العشوائية $\Delta S = -$
التسخين يزيد العشوائية زيادة درجة الحرارة تزيد العشوائية زيادة المساحة السطحية يزيد العشوائية التفكك يزيد العشوائية الانصهار والتسامي والتبخر يزيد من العشوائية نقصان الضغط يزيد العشوائية زيادة عدد المولات تزيد العشوائية	التبريد يقلل العشوائية نقصان درجة الحرارة تقلل العشوائية نقصان المساحة السطحية تقلل العشوائية الاتحاد نقصان بالعشوائية الانجماد و التكثيف يقللان من العشوائية زيادة الضغط تقلل العشوائية نقصان عدد المولات تقلل العشوائية

لازم تعرف العشوائية هي نفسهه الي عايشه انته يعني من تقلل الضغط على اخوك الزغير تزداد حركاته العشوائية من تضغط عليه تقلل عشوائية ...و اي شيء يزداد حجمه تزداد العشوائية.. و اي شيء تفكّكه تزداد العشوائية. مثلا عندك قطعة ثلج صلب تكدر تكمشهه بيدك وتشيله بينما من يتحول الى سائل صعب تكدر تسيطر عليه واذا صار غاز سلملي علي.. حتى بعد ماتنسى شوكت تقل او تزيد العشوائية قارنه مع الواقع .

٤-

$\Delta S > 0$ يعني $\Delta S = +$ يعني زيادة بالعشوائية

$\Delta < 0$ يعني $\Delta S = -$ يعني نقصان بالعشوائية

استراحه ///// كلماتي

يصاح اشبيك صاير لانظامي لاجوعات لاجلك لاني ضامي

ترى النظام يصبح لانظامي اذا زدات درجة العشوائيه

مثال1-9

تنبأ فيما اذا كانت التغير في الانتروبيΔS اكبر او اقل من الصفر للعمليات الاتية

أ- تجمد الكحول ج//

$$\text{سائل} \xrightarrow{\text{انجماد}} \text{صلب}$$

$\Delta < 0$ يعني $\Delta S = -$ نقصان بالعشوائية

ب- تبخر سائل البروم ج//

$$\text{سائل} \xrightarrow{\text{تبخر}} \text{غاز}$$

$\Delta S > 0$ يعني $\Delta S = +$ زيادة بالعشوائية

ت- ذوبان الكلوكوز في الماء ج//

$$\text{صلب} \xrightarrow{\text{ذوبان}} \text{سائل}$$

$\Delta S > 0$ يعني $\Delta S = +$ يعني زيادة بالعشوائية

ث- تبريد غاز النتروجين من 80°C الى 20°C ج//

$\Delta < 0$ يعني $\Delta S = -$ يعني نقصان بالعشوائية

تمرين 1-12

كيف تتغير انتروبي النظام للعمليات الاتية

أ- تكثيف بخار الماء

ج/ $\text{غاز} \xrightarrow{\text{تكثف}} \text{سائل}$

تقل العشوائية اي تقل الانتروبي

ب- تكون بلورات السكر من محلوله فوق المشبع

ج/ $\text{سائل} \xrightarrow{\text{تبلور}} \text{صلب}$

تقل العشوائية اي تقل الانتروبي

ت- تسخين غاز H_2 من 20°C الى 80°C

ج// التسخين يزيد من عدد ذرات H_2 اي يزيد من العشوائية اي يزيد الانتروبي

ث- تسامي اليود الصلب

ج/ $\text{صلب} \xrightarrow{\text{تسامي}} \text{غاز}$

تزداد العشوائية اي تزداد الانتروبي

سؤال 1-17

ماذا تعني العمليات التلقائية وضح ذلك ثم اعطي مثالين لكل من العمليات التلقائية وغير تلقائية ؟

....

الحل | العمليات التلقائية :- هي عملية فيزيائية او كيميائية يمكن ان تحدث من تلقاء نفسها عند ظروف معينة دون تأثير خارجي .

- العمليات التلقائية مثل :
  - ١- سقوط الماء من اعلى الشلال
  - ٢- انجماد الماء النقي تحت $0°C$
- العمليات الغير تلقائية مثل :
  - ١- تسلق قمة الجبل
  - ٢- صعود الماء الى اعلى الشلال

سؤال اضافي

اي من العمليات الاتية تلقائية وأيها غير تلقائية ؟

....

١- ذوبان ملح الطعام ج// عملية تلقائية

٢- تسلق قمة ايفريست ج// عملية غير تلقائية

٣- انتشار رائحة العطر في الغرفة بعد رفع غطاء قنينة العطر ج// عملية تلقائية

٤- فصل الهليوم والنيون من مزيج من الغازات ج// عملية غير تلقائية .

سؤال اضافي

عرف الانتروبي وماهي وحداتها ؟

....

الحل //

- الانتروبي :-

هي دالة حالة ثرموداينميكية تعتبر مقياس اللانظام للنظام الثرموداينميكي ويرمز لها بالرمز S وحداتها $J/K.mol$

حسابات الانتروبي القياسية لتفاعلات الكيميائية

لايمكن حساب القيمة المطلقة للأنتروبي S^0 لذلك يمكن استخدامها في قياس التغير في الانتروبي ΔS_r^0 للتفاعل من خلال :

$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0_{(PRODUCTS)} - \sum nS^0_{(REACTION)}$$

حيث S^0 هي انتروبية المواد الداخلة في التفاعل و n عدد مولات المواد الداخلة في التفاعل اما ($\sum$) فتعني مجموع .

- انتبه :- هنا S^0 للعناصر الحرة لا تساوي صفر
- انتبه :- لحساب ΔS_r^0 نتبع نفس خطوات حساب ΔH_r^0 من انثالبيات التكوين القياسية

حيث يمكن حساب ΔS_r^0 للتفاعل : $aA + bB \rightarrow gG + hH$

تقاس ΔS_r^0 بوحدات $\Delta S_r^0 = J/K.mol$

$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R)}$$
$$\Delta S_r^0 = [g * S_G^0 + h * S_H^0] - [a * S_A^0 + b * S_B^0]$$

مثال 10-1

احسب التغير في انتروبي التفاعل القياسية ΔS_r^0 للتفاعل التالي عند الظروف القياسية $25°C$ وضغط 1atm

$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$ اذا علمت ان:

$S^0_{(CO)} = 198$ J/K.mol

$S^0_{(CO_2)} = 214$ J/K.mol $S^0_{(O_2)} = 205$ J/K.mol

....

الحل //

$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R)}$$
$$\Delta S_r^0 = \sum[2 * S^0_{(CO_2)}] - \sum[2 * S^0_{(CO)} + 1 * S^0_{(O_2)}]$$
$$\Delta S_r^0 = [2 * 214] - [(2 * 198) + (1 * 205)]$$
$$\Delta S_r^0 = -173 \quad J/K.mol$$

تمرين 13-1

احسب التغير في الانتروبي المطلقة ΔS_r^0 للتفاعل التالي عند الظرف القياسية $25°C$ وضغط 1atm

$4Fe_{(S)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Fe_2O_{3(S)}$ اذا علمت

$S^0_{(Fe_2O3)} = 87$ J/K.mol , $S^0_{(Fe)} = 27$ J/K.mol

$S^0_{(O_2)} = 205$ J/K.mol

....

الحل //

$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R)}$$
$$\Delta S_r^0 = \sum[2 * S^0_{(Fe_2O)}] - \sum[4 * S^0_{(Fe)} + 3 * S^0_{(O_2)}]$$
$$\Delta S_r^0 = [2 * 87] - [(4 * 27) + (3 * 205)]$$
$$\Delta S_r^0 = [174] - [723] = -549 \quad J/K.mol$$

سؤال اضافي واجب

احسب ΔS_r^0 للتفاعل الاتي عند الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm

$$SiH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow SiO_{2(S)} + 2H_2O_{(L)}$$

اذا علمت ان

$$S^0_{(SiH_4)} = 206 \ \ J/K.mol \qquad S^0_{(SiO_2)} = 42 \ \ J/K.mol$$
$$S^0_{(H_2O)} = 70\, J/K.mol \qquad S^0_{(O_2)} = 205 \ \ J/K.mol$$

الحل //

واجب ج / $\Delta S_r^0 = -434 \ J/K.mol$

سؤال اضافي

اذا علمت ان قيمة ΔS_r^0 للتفاعل التالي تساوي $137\, J/K.mol$ عند حرارة 25°C وضغط 1atm وان قيمة $S^0_{(O_2)} = 206 \ \ J/K.mol$ احسب قيمة $S^0_{(O_3)}$ للاوزون (

$$2O_{3(g)} \rightarrow 3O_{2(g)}$$

الحل //

$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R)}$$
$$\Delta S_r^0 = [3 * S^0_{(O_2)}] - [2 * S^0_{(O_3)}]$$
$$137 = [3 * 206] - [2S^0_{(O_3)}]$$
$$2S^0_{(O_3)} = 618 - 137$$
$$S^0_{(O_3)} = \frac{481}{2} = 240.5 \quad J/K.mol$$

سؤال اضافي

احسب ΔS_r^0 للتفاعل الاتي في الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm

$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightarrow 2NH_{3(g)}$ اذا علمت :

$$S^0_{(H_2)} = 131 \ \ J/K.mol$$
$$S^0_{(NH3)} = 193 \ \ J/K.mol$$
$$S^0_{(N_2)} = 192 \ \ J/K.mol$$

الحل /

$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R)}$$
$$\Delta S_r^0 = [2 * 193] - [(1 * 192) + (3 * 131)]$$
$$\Delta S_r^0 = (386) - [(192) + (393)]$$
$$\Delta S_r^0 = -199 \ J/K.mol$$

16-1

طاقة كبس الحرة ΔG

وجد العالم كبس علاقة تربط الانثالبي (H) والانتروبي (S) تتيح لنا التنبؤ بتلقائية التفاعل ::

بثبوت الحرارة و الضغط $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

طاقة كبس الحرة :-

هي دالة حالة ثرموداينميكية تتيح لنا التنبؤ بتلقائية العمليات الفيزيائية والكيميائية وتمثل الطاقة العظمى التي يمكن الحصول عليها من قياس التغير في الانثالبي والانتروبي

سؤال 1-12

ماهي وحدات الانثالبي والانتروبي وطاقة كبس الحرة بالوحدات الدولية ؟

....

الانثالبي KJ/mol و الانتروبي $J/K.mol$ و طاقة كبس الحرة KJ/mol

ملاحظات

١- $\Delta G > 0$ يعني قيمة (+) موجبة = ΔG يعني التفاعل غير تلقائي

٢- $\Delta G < 0$ يعني قيمة (−) سالبة = ΔG يعني التفاعل تلقائي

٣- $\Delta G = 0$ يعني التفاعل في حالة اتزان .

طاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل ΔG_r^0

يمكن قياس ΔG_r^0 بنفس الطريقة التي يقاس بها ΔS_r^0 و ΔH_r^0

حيث تساوي مجموع ΔG_f^0 للنواتج − مجموع ΔG_f^0 للمتفاعلات

$$\Delta G_r^0 = \sum n\Delta G_{f(P)}^0 - \sum n\Delta G_{f(R)}^0$$

$$aA + bB \rightarrow gG + hH$$

يقاس ΔG_r^0 لهذا التفاعل حسب العلاقة

$$\Delta G_r^0 = [g * \Delta G_{f(G)}^0 + h * \Delta G_{f(H)}^0] - [a * \Delta G_{f(A)}^0 + b * \Delta G_{f(B)}^0]$$

سؤال 1-27

عرف طاقة كبس الحرة للتكوين القياسية وماهي وحداتها ؟

الجواب / هي مقدار التغير في الطاقة الحرة عند تكوين مول واحد من اي مادة من عناصرها الاساسية بأثبت صورة عند الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm وحداتها $\Delta G_f^0 = KJ/mol$

ملاحظة // طاقة كبس الحرة للتكوين القاسية ΔG_f^0 للعناصر في اثبت صورها تساوي صفر

تمرين 1-14

جد قيمة ΔG_r^0 للتفاعل الاتي عند الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm بين هل ان التفاعل تلقائي ام لا ؟

$$2NO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{2(g)}$$

اذا علمت ان : $\Delta G_{f\,(NO_2)}^0 = 52\ KJ/mol$ و

$\Delta G_{f\,(NO)}^0 = 87\ KJ/mol$

....

الحل

$$\Delta G_r^0 = \sum n\Delta G_{f(P)}^0 - \sum n\Delta G_{f(R)}^0$$

$$\Delta G_r^0 = \left[2\Delta G_{f\,(NO_2)}^0\right] - \left[2 * \Delta G_{f\,(NO)}^0 + 1 * \Delta G_{f\,(O_2)}^0\right]$$

$$\Delta G_r^0 = [2 * 52] - [2 * 87 + 1 * 0]$$

$$\Delta G_r^0 = [104] - [174]$$

$$\Delta G_r^0 = -70\ KJ/mol$$

بما انه القيمة سالبة اذا التفاعل تلقائي .

مثال 1-11

احسب طاقة كبس الحرة القياسية للتفاعل التالي عند الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm ثم بين هل يجري التفاعل بصورة تلقائية ام لا عند هذه الظروف

$$2C_6H_{6(l)} + 15O_{2(g)} \rightarrow 12CO_{2(g)} + 6H_2O$$

اذا علمت ان :

$\Delta G_{f\,(C_6H_6)}^0 = 173\ KJ/mol$ و

$\Delta G_{f\,(CO_2)}^0 = -394\ KJ/mol$ و

$\Delta G_{f\,(H_2O)}^0 = -237\ KJ/mol$

....

الحل //

$$\Delta G_r^0 = \sum n\Delta G_{f(P)}^0 - \sum n\Delta G_{f(R)}^0$$

$$\Delta G_r^0 = \left[12 * \Delta G_{f\,(CO_2)}^0 + 6 * \Delta G_{f\,(H_2O)}^0\right] - \left[2 * \Delta G_{f\,(C_6H_6)}^0 + 15 * \Delta G_{f\,(O_2)}^0\right]$$

$$\Delta G_r^0 = [12 * -394 + 6 * -237] - [2 * 173 + 15 * 0]$$

$$\Delta G_r^0 = [-4728 - 1422] - [346]$$

$$\Delta G_r^0 = [-6150] - [346]$$

$$= -6496\ KJ/mol$$

بما ان القيمة سالبة اذاً التفاعل تلقائي

ملاحظات قبل الدخول الى الاسئلة التي تجمع $\Delta H_r^o , \Delta G_r^o$ و ΔS_r^o

نتذكر أن:

٤- انثالبي التفاعل ΔH_r^o نستخرجه من

أ- من المسعر $\Delta H_{r^o} = q_{\frac{KJ}{mol}}$

ب- من مجموع انثالبيات التكوين ΔH_f^o

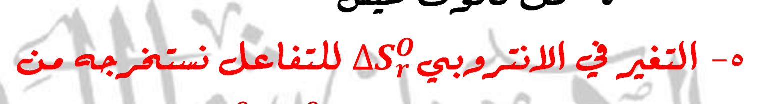
$$\Delta H_{r^o} = \sum n\ \Delta H_{f^o\,(PRODUCTS)} - \sum n\ \Delta H_{f^o\,(REACTION)}$$

ج- علاقة كبس الحره $\Delta H_{r^o} = \Delta G + T\Delta S$

د- $\Delta H_r^o = \Delta H_f^o$ اذا كان المتكون مول واحد من مركب من عناصره اساسية في اثبت صوره

و- $\Delta H_r^o = \Delta H_C^o$ اذا كان الحترق مول واحد مع كمية وافره من الاوكسجين

ه- من قانون هيس



٥- التغير في الانتروبي للتفاعل ΔS_r^o نستخرجه من

أ- علاقة كبس $\Delta S_r^o = \frac{\Delta H_r^o - \Delta G_r^o}{T}$

ب- مجموع الانتروبي للتفاعل

$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R)}$$

٦- طاقة كبس الحرة يمكن ان نستخرجها من

أ- علاقة كبس $\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$

ب- مجموع طاقات كبس الحره للتكوين القياسية

$$\Delta G_r^0 = \sum n\Delta G^0_{f(P)} - \sum n\Delta G^0_{f(R)}$$

ملاحظة مهمة :- اذا طلب في السؤال ΔG_r^0 ولم يعطي ΔG_f^0 لكل مركب او عنصر هنا يجب ان يعطي ΔS_r^o او طريق يوصلنا اليها (نجدها من مجموع الانتروبي S^0) ويجب ان يعطي ΔH_{r^o} او طريق يوصلنا لل ΔH_{r^o} مثل ΔH_{f^o} ثم نطبق علاقة كبس لايجاد المجهول الرئيسي

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$

ملاحظة مهمة : ΔS_r^o في علاقة كبس تحول الى $KJ|K.mol$ و $T_k = t_{^\circ C} + 273$

مثال 1-12

للتفاعل الاتي $C_2H_5OH_{(L)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H2O_{(l)}$ بالاستعانه بالمعلومات الاتية -

المادة	ΔH_f^O KJ/mol	S^O $J/K.mol$
C_2H_5OH	-278	161
O_2	0	205
CO_2	-394	214
H_2O	-286	70

احسب : ١- ΔH_r^o ٢- ΔS_r^o ٣- ΔG_r^o عند الظروف القاسية للتفاعل

....

الحل/

١- حساب ΔH_r^o

$$\Delta H_{r^o} = \sum n\,\Delta H_{f^o}{}_{(P)} - \sum n\,\Delta H_{f^o}{}_{(R)}$$

$$\Delta H_{r^o} = [(2*-394) + (3*-286)] - [(1*-278) + (3*0)]$$

$$\Delta H_{r^o} = [-788 + (-858)] - [-278] = -1368\ KJ/mol$$

٢- حساب ΔS_r^o

$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R)}$$

$$\Delta S_r^0 = [(2*214) + (3*70)] - [(1*161) + (3*205)]$$

$$\Delta S_r^0 = [428 + 210] - [161 + 615]$$

$$\Delta S_r^0 = -138\ J/K.mol$$

ΔS_r^0 بوحدات $J/K.mol$ اما في علاقة كبس يجب ان تكون بوحدات $KJ/K.mol$

$$\Delta S^0_{r\,KJ/K.mol} = -\frac{138 J/K.mol}{1000} = -0.138\ KJ/K.mol$$

في الظروف القياسية ⟸ $T_K = 273 + 25 = 298K$ $T_{°C} = 25\ °C$

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$

$$\Delta G_r^o = -1368\ (KJ/mol) - (298\ K * -0.138\ (KJ/K.mol))$$

$$\Delta G_r^o = -1327\ KJ/mol$$

تمرين 15-1

احسب ΔG_r^o للتفاعل التالي عند الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm

$$C_5H_{12\,(L)} + 8O_{2\,(g)} \rightarrow 5CO_{2\,(g)} + 6H_2O_{(L)}$$

حيث تم حساب ΔH_{r^o} للتفاعل من قيم انثالبي التكوين وكانت تساوي $\Delta H_{r^o} = -3536\ KJ/mol$ وكذلك تم حساب ΔS_{r^o} وكانت تساوي $\Delta S_{r^o} = 374\,J/K\,.mol$

....

الحل // نحول وحدات ΔS_{r^o} الى $KJ/K\,.mol$

$$\Delta S^0_{r\ KJ/K.mol} = \frac{374\,J/K.mol}{1000} = 0.374\,KJ/K.mol$$

الحرارة في الظروف القياسية 25°C نحولها الى $T_K = 273 + 25 = 298K$

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$

$$\Delta G_r^o = -3536\ (KJ/mol) - \ (298\ K \ * \ 0.374\ \ (KJ/K\,.mol)$$

$$\Delta G_r^o = -3536\ KJ/mol \ - \ 111.452\ KJ/mol$$

$$\Delta G_r^o = -3647.452\ KJ/mol$$

....

تمرين 16-1

اذا كان لدينا التفاعل الاتي $HCOOH_{(L)} \rightarrow CO_{(g)} + H_2O_{(L)}$ فأذا كانت قيمة ΔH_{r^o} للتفاعل تساوي $16\ KJ/mol$ والتغير في الانتروبي ΔS_{r^o} يساوي $234\,J/K\,.mol$ احسب قيمة ΔG_r^o للتفاعل التالي عند الظروف القياسية 25°C وضغط 1atm ؟ وهل التفاعل تلقائي ام لا ؟

الحل // واجب ج/ $\Delta G_r^o = -53.7\ KJ/mol$ بما ان قيمة سالبة فأن التفاعل تلقائي

تمرين 1 – 17 | للتفاعل الغازي $N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow 2NO_{2\,(g)}$

١- ΔG_{r^o} مبينا هل ان التفاعل تلقائي ام لا ولماذا ؟
٢- ΔH_{r^o} مبينا هل ان التفاعل ماص ام باعث ولماذا ؟
٣- ΔS_r^o مبينا هل التفاعل يتحول الى حالة اكثر انتظاما ام اقل انتظاما ولماذا ؟

علما ان: $\Delta G_f^o(NO_2) = 52\ KJ/mol \quad \Delta H_f^o(NO_2) = 43\ KJ/mol$

الحل / :

$$\Delta G_{r^o} = \sum n\, \Delta G_{f^o\,(P)} - \sum n\, \Delta G_{f^o\,(R)}$$

$$\Delta G_{r^o} = \left[\left(2 * \Delta G_f^o(NO_2)\right)\right] - \left[\left(\Delta G_f^o(N_2)\right) + \left(2 * \Delta G_f^o(O_2)\right)\right]$$

$$\Delta G_{r^o} = [(2 * 52)] - [1 * 0 + 2 * 0]$$

$$\Delta G_{r^o} = 104\ KJ/mol$$

التفاعل غير تلقائي لأن قيمة ΔG_{r^o} موجبة

$$\Delta H_{r^o} = \sum n\, \Delta H_{f^o\,(P)} - \sum n\, \Delta H_{f^o\,(R)}$$

$$\Delta H_{r^o} = \left[\left(2 * \Delta H_f^o(NO_2)\right)\right] - \left[\left(\Delta H_f^o(N_2)\right) + \left(2 * \Delta H_f^o(O_2)\right)\right]$$

$$\Delta H_{r^o} = [(2 * 43)] - [1 * 0 + 2 * 0]$$

$$\Delta H_{r^o} = 86\ KJ/mol$$

التفاعل ماص للحرارة لأن ΔH_{r^o} موجبة

الحرارة في الظروف القياسية $\Leftarrow$ $\quad T_K = 273 + 25 = 298K \quad t_{°C} = 25\ °C$

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$

$$T\Delta S_r^o = \Delta H_r^o - \Delta G_r^o$$

$$\Delta S_r^o = \frac{\Delta H_r^o - \Delta G_r^o}{T} = \frac{86 - 104}{298K} = -0.060\ \ KJ/K.mol$$

$$\Delta S_r^o\ J/K.mol = -0.060\ \ KJ/K.mol * 1000\ J/KJ$$

$$\Delta S_r^o\ J/K.mol = -60\ J/K.mol$$

التفاعل يتحول الى حالة اكثر انتظاما لأن ΔS_r^o سالبة

سؤال 6-1

جد قيمة ΔG_r^o للتفاعل $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)}$ الذي يجري في الظروف القياسية اذا اعطيت المعلومات الاتية :

$$\Delta H_f^o(CO) = -110.5\ KJ/mol \quad \Delta H_f^o(CO_2) = -393.5\ KJ/mol$$

$$S^o(O_2) = 205\ J/K.mol \quad S^o(CO) = 198\ J/K.mol \quad S^o(CO_2) = 214\ J/K.mol$$

الحل // نجد كل من $\Delta S_r o \Delta H_r o$, ثم نجد ΔG_r^o

١- حساب ΔH_r^o

$$\Delta H_{r^o} = \sum n\,\Delta H_{f^o}{}_{(P)} - \sum n\,\Delta H_{f^o}{}_{(R)}$$

$$\Delta H_{r^o} = \left[\left(2 * \Delta H_f^o(CO_2)\right)\right] - \left[\left(2 * \Delta H_f^o(CO)\right) + \left(1 * \Delta H_f^o(O)\right)\right]$$

$$\Delta H_{r^o} = [(2 * -393.5)] - [2 * -110.5 + 0]$$

$$\Delta H_{r^o} = [-787] - [-221] = -566\ KJ/mol$$

٢- حساب ΔS_r^o

$$\Delta S_r^0 = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R)}$$

$$\Delta S_r^0 = [(2 * S^o(CO_2))] - \left[(2 * S^o(CO)) + \left(S^o(O_2)\right)\right]$$

$$\Delta S_r^0 = [2 * 214] - [2 * 198 + 1 * 205]$$

$$\Delta S_r^0 = 428 - 601 = -173\ J/K.mol$$

ΔS_r^0 بوحدات $J/K.mol$ اما في علاقة كبس يجب ان تكون بوحدات $KJ/K.mol$

$$\Delta S^0_{r\,KJ/K.mol} = -\frac{173\ J/K.mol}{1000} = -0.173\ KJ/K.mol$$

الحرارة في الظروف القياسية $\Leftarrow$ $T_{°C} = 25\ °C \quad T_K = 273 + 25 = 298K$

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$

$$\Delta G_r^o = -566(KJ/mol) - (298\ K * -0.173\ (KJ/K.mol)$$

$$\Delta G_r^o = -566 - (-51.554\ KJ/mol)$$

$$\Delta G_r^o = -514.4\ KJ/mol$$

قيمة ΔG_r^o سالبة ∴ التفاعل تلقائي

سؤال 22-1

للتفاعل التالي $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2H_2O_{(g)}$ احسب قيمة ΔS_r^0 للتفاعل بوحدات $J/K.mol$
علما ان: $\Delta G_f^o(H_2O) = -228\ KJ/mol$ $\Delta H_f^o(H_2O) = -242\ KJ/mol$

....

الحل / نجد ΔG_r^o , ΔH_r^o ثم نجد ΔS_r^o :

$$\Delta H_{r^o} = \sum n\, \Delta H_{f^o}{}_{(P)} - \sum n\, \Delta H_{f^o}{}_{(R)}$$

$$\Delta H_{r^o} = \left[\left(2 * \Delta H_f^o(H_2O)\right)\right] - \left[\left(2 * \Delta H_f^o(H)\right) + \left(\Delta H_f^o(O_2)\right)\right]$$

$$\Delta H_{r^o} = [(2 * -242)] - [2 * 0 + 0]$$

$$\Delta H_{r^o} = -484\ KJ/mol$$

$$\Delta G_{r^o} = \sum n\, \Delta G_{f^o}{}_{(P)} - \sum n\, \Delta G_{f^o}{}_{(R)}$$

$$\Delta G_{r^o} = \left[\left(2 * \Delta G_f^o(H_2O)\right)\right] - \left[\left(2 * \Delta G_f^o(H)\right) + \left(\Delta G_f^o(O_2)\right)\right]$$

$$\Delta G_{r^o} = [(2 * -228)] - [2 * 0 + 0]$$

$$\Delta G_{r^o} = -456\ KJ/mol$$

الحرارة في الظروف القياسية ⟸ $T_K = 273 + 25 = 298K$ $t_{°C} = 25\ °C$

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$

$$T\Delta S_r^o = \Delta H_r^o - \Delta G_r^o$$

$$\Delta S_r^o = \frac{\Delta H_r^o - \Delta G_r^o}{T} = \frac{-484 - (-456)}{298K} = -0.094\ \ KJ/K.mol$$

كما قلنا سابقا ان ΔS_r^o في معادلة كبس تكون بوحدات $KJ/K.mol$ لكن في السؤال طلبها بوحدة $J/K.mol$

$$\Delta S_r^o\ J/K.mol = -0.094\ \ KJ/K.mol * 1000\ J/KJ$$

$$\Delta S_r^o\ J/K.mol = -94\ J/K.mol$$

ملاحظة :

في بعض الاسئلة يطلب درجة الحرارة التي تجعل التفاعل تلقائي لحل هذا النوع من المسائل

نتبع الخطوات الاتية :

١- نحول ΔS الى وحدات $KJ/K\,.mol$

٢- نجد T الحرارة من العلاقة $T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$ حيث T تمثل حرارة الاتزان

٣- أ اذا كانت قيمة $\Delta S, \Delta H$ موجبة نقول :

«لكي يصبح التفاعل تلقائي يحتاج تسخين أكثر من حرارة الاتزان»

ب اذا كانت قيمة $\Delta S, \Delta H$, سالبة نقول :

«لكي يصبح التفاعل تلقائي يحتاج الى تبريد أقل من حرارة الاتزان »

للتذكير ΔS في معادلة كبس بوحدة $KJ/K\,.mol$

... ...

سؤال اضافي

جد درجة الحرارة التي يصبح عندها التفاعلات التالية تلقائية اذا علت ان قيم $\Delta S \Delta H$ لها :

- التفاعل A $\quad \Delta H = 126\ KJ/mol \quad \Delta S = 48\ \ J/K\,.mol$
- التفاعل B $\quad \Delta H = -12\ KJ/mol \quad \Delta S = -105\ J/K\,.mol$

....

الحل //

- التفاعل A

1- $\Delta S^0_{r\ KJ/K.mol} = \frac{48J/K.mol}{1000} =$
$0.048\ KJ/K.mol$

2- $T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$

$$T = \frac{126\ KJ/mol}{0.048\ KJ/K.mol} = 2625\ K$$

٣- بما ان قيمة $\Delta S, \Delta H$, موجبة :

لكي يصبح التفاعل تلقائي يحتاج الى تسخين أكثر من $2625\ K$

- التفاعل B

1- $\Delta S^0_{r\ KJ/K.mol} = \frac{-105J/K.mol}{1000} =$
$-0.105\ KJ/K.mol$

2- $T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$

$$T = \frac{-12\ \ KJ/mol}{-0.105\ KJ/K.mol} = 114.3\ K$$

٣- بما ان قيمة $\Delta S, \Delta H$,سالبة :

لكي يصبح التفاعل تلقائي يحتاج الى تبريد اقل من 114.3 K

سؤال 15-1

للتفاعل $3O_{2(g)} \rightarrow 2O_{3(g)}$ عند حرارة $25\ C^\circ$ وضغط 1 atm قيمة S^o لـ O_2 = $205 J/K.mol$

و S^o لـ O_3= $239\ J/K.mol$ و $\Delta G^o_f(O_3) = 163\ KJ/mol$: ، احسب ΔH^o_f لـ O_3

....

الحل / نجد ΔS^o_r و ΔG^o_r , ΔH^o_r ثم ΔH^o_f لـ O_3

-٣

$$\Delta S^0_r = \sum nS^0_{(P)} - \sum nS^0_{(R)}$$
$$\Delta S^0_r = [(2 * S^O(O_3))] - [(3 \times S^O(O_2))]$$
$$\Delta S^0_r = [2 \times 239] - [3 \times 205]$$
$$\Delta S^0_r = 478 - 615 = -137\ J/K.mol$$

$$\Delta S^0_{r\,KJ/K.mol} = \frac{-137\ J/K.mol}{1000} = -0.137\ KJ/K.mol$$

$$\Delta G_{r^o} = \sum n\,\Delta G_{f^o\,(P)} - \sum n\,\Delta G_{f^o\,(R)}$$
$$\Delta G_{r^o} = [(2 \times \Delta G^o_f(O_3))] - [(3 \times \Delta G^o_f(O_2))]$$
$$\Delta G_{r^o} = [(2 * 163)] - [2 * 0]$$
$$\Delta G_{r^o} = 326\ KJ/mol$$

الحرارة في الظروف القياسية ⟸ $T_{°C} = 25\ °C T_K = 273 + 25 = 298K$

$$\Delta G^o_r = \Delta H^o_r - T\Delta S^o_r$$
$$\Delta H^o_r = \Delta G^o_r + T\Delta S^o_r$$
$$\Delta H^o_r = 326 + (298 \times -0.137)$$
$$\Delta H^o_r = 285.2\ KJ/mol$$

$$\Delta H_{r^o} = \sum n\,\Delta H_{f^o\,(P)} - \sum n\,\Delta H_{f^o\,(R)}$$
$$\Delta H_{r^o} = \sum 2\,\Delta H_{f^o\,O3} - \sum 3\,\Delta H_{f^o\,O2}$$
$$285.2 = [(2 \times \Delta H_{f^o\,O3}) - [(3 \times 0)]$$
$$2 \times \Delta H_{f^o\,O3} = 285.2$$
$$\Delta H_{f^o\,O3} = \frac{285.2}{2} = 142.6\ KJ/mol$$

سؤال 11-1

تتفكك كاربونات الكالسيوم حسب المعادلة الاتية $CaCO_{3(S)} \rightarrow CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

قيمة $\Delta S_r^o = 160\,J/K.mol$ فاذا علمت ان ΔH_f^o لكل من $CaCO_3, CaO, CO_2$ هي على التوالي بوحدات KJ/mol (-1207,-635,-393.5) جد :

١- ΔH_r^o للتفاعل ثم ارسم مخطط الطاقة

٢- ΔG_r^o للتفاعل

٣- درجة الحرارة التي تصبح عندها التفاعل تلقائي .

... ...

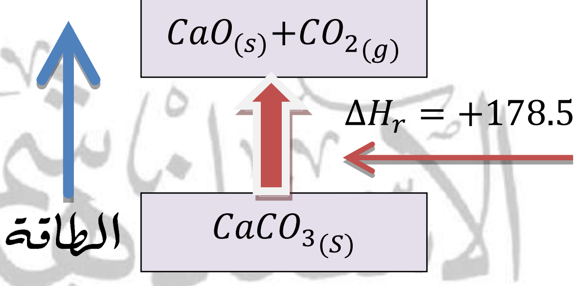
الحل //

١- نجد ΔH_r^o للتفاعل و نرسم مخطط الطاقة

$$\Delta H_{r^o} = \sum n\,\Delta H_{f^o}{}_{(P)} - \sum n\,\Delta H_{f^o}{}_{(R)}$$

$$\Delta H_{r^o} = [(-635) + (-3935)] - [-1207]$$

$$\Delta H_{r^o} = [-1028.5] + [1207] = 178.5\ KJ/mol$$



٢- ايجاد قيمة ΔG_r^o للتفاعل

نحول ΔS_r^o بوحدة $\Delta S^0_{r\,KJ/K.mol}$

$$\Delta S^0_{r\,KJ/K.mol} = \frac{160\,J/K.mol}{1000} = 0.16\,KJ/K.mol$$

○ الحرارة في الظروف القياسية ⟸ $T_{°C} = 25\,°C\,T_K = 273 + 25 = 298K$

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o \quad \Rightarrow \Delta G_r^o = 178.5(KJ/mol) - (298\,K * 0.16\ (KJ/K.mol)$$

$$\Delta G_r^o = 178.5(KJ/mol) - 47.68\ (KJ/mol) = 130.82\ \mathrm{KJ/mol}$$

٣- ايجاد الحرارة التي تجعل التفاعل تلقائي

$$T = \frac{\Delta H}{\Delta S} \quad \Rightarrow T = \frac{178.5\ KJ/mol}{0.16\,KJ/K.mol} = 1115.6\,K$$

بما ان قيمة $\Delta S \Delta H$, موجبة :

لكي يصبح التفاعل تلقائي يجب تسخين التفاعل الى اكثر من $1115.6\,K$

تطبيقات معادلة كبس واتجاه سير التفاعلات الكيميائية

تعد معادلة كبس معادلة مهمه جدا عند تطبيقها على التفاعلات الكيميائية وذات العلاقة وثيقة بالتغيرات التي تحدث في خواص النظام $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

- يتضمن التغير في الطاقة الحرة ΔG حسب معادلة كبس عاملين مهمين يؤثران على تلقائية التفاعل الكيميائي :
  - العامل الاول :- يتجه التفاعل على الاغلب الى الحالة التي تكون فيها الطاقة (الانثالبي) اقل ما يمكن وتكون التلقائية اكثر احتمالا اذا كانت قيمة ΔH سالبة اي ان التفاعل باعث للحرارة
  - العامل الثاني :- يتجه التفاعل على الاغلب الى الحالة التكون فيها الانتروبي ΔS اعلى ما يمكن وتكون التلقائية اكثر احتمالاً اذا كانت قيمة ΔS موجبة اي تزداد العشوائية بسبب ذلك يعود الى وجود ΔS ضمن الحد $-T\Delta S$ لذلك فالقيمة الموجبة للانتروبي ΔS تساعد على جعل قيمة ΔG سالبة
- وبشكل عام تؤثر اشارة كل من ΔH و ΔS على قيمة ΔG حيث :

١- اذا كانت كل من ΔH و ΔS موجبه ستكون ΔG سالبة عندما $\Delta H < T\Delta S$
٢- اذا كانت كل من ΔH سالبة و ΔS موجبة تكون ΔG سالبة دائماً
٣- اذا كانت ΔH موجبة و ΔS سالبة تكون ΔG موجبة دائماً
٤- اذا كانت كل من ΔH و ΔS سالبة $\Delta H > T\Delta S$

ملاحظات

١- اذا كانت ΔH موجبه يعني التفاعل ماص للحرارة
واذا كانت ΔH سالبة يعني التفاعل باعث للحرارة
٢- اذا كانت ΔS موجبه يعني زيادة في عشوائية النظام
اذا كانت ΔS سالبة نقصان في عشوائية النظام
٣- اذا كانت ΔG موجبة يعني التفاعل غير تلقائي
اذا كانت ΔG سالبة يعني التفاعل تلقائي
٤- عمليات التبخر والانصهار والغليان والتسامي عمليات ماصة للحرارة ΔH موجبة

٥- عمليات الانجماد والتبلور والتكثيف والتصلب عمليات باعثة للحرارة ΔH سالبة
٦- عملية التفكك زيادة في العشوائية وعملية الاتحاد نقصان في العشوائية
٧- تعتمد قيمة ΔG على قيمتي ΔH و ΔS في تحديد تلقائية التفاعل من عدمها
٨- ΔH و ΔS في تعاليل كبس غالبا نفس الإشارة

انتبه :- بالنسبة لتعاليل علاقة كبس اول شي لازم تعرف ΔG موجبه تفاعل غير تلقائي و ΔG سالبة تفاعل تلقائي .مرات هو يذكرلك بالتعليل تلقائي او غير تلقائي.. زين واذا ماذكرلك شلون. تعال اعلمك اذا شفت التعليل منفي يعني التفاعل غير تلقائي واذا شفت التعليل مثبت (مو منفي) يعني التفاعل تلقائي . هسه بعد ماعرفنه التفاعل تلقائي لو لانجي نثبت شلون طلع تلقائي وغير تلقائي .. شلون نثبت تعال شوف لازم اعرف اشارة ΔH و ΔS ولا تدوخ همه اثنينهم نفس الاشارة غالبا يعني تعرف وحده الثانية نفس اشارتهه بعد ما عرفنه اشارة ΔH و ΔS نخليهم بالقانون $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ونعرف ياهو اكبر من الثاني ΔH لو $T\Delta S$

خطوات حل التعليل وفق علاقة كبس

١- ايجاد اشارة ΔG
٢- ايجاد اشارة ΔH
٣- ايجاد اشارة ΔS
(غالبا نفس الاشارة)
٤- اثبات اشارة ΔG عن طريق معادلة كبس $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

استراحه || كلماتي
كظيت الليل اتعلل تعاليل
اتره وعلتي زادت تعاليل
ركزلي على هاي التعاليل
وزاري وكل سنة مني هديه

مثال توضيحي //

س/ يتسامى اليود بالحرارة العالية علل ذلك وفق علاقة كبس ؟

الحل //

1) $\Delta G = -$. (عملية تلقائية) عرفته لأن التعليل مثبت (مومنفي)
2) $\Delta H = +$ (عملية ماصه للحرارة)
3) $\Delta S = +$ (تسامي يعني زياده بالعشوائية)
4) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
$\Delta G = + - (+)$
$\Delta G = - \rightarrow \Delta H < T\Delta S$

يعني $T\Delta S$ اكبر من ΔH حتى يطلع $\Delta G = -$

سؤال 1-30

○ علل ما يأتي على ضوء علاقة كبس $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

١. عملية انصهار الجليد تلقائية بالظروف الاعتيادية

ج/

a) $\Delta G = -$ عملية تلقائية

b) $\Delta H = +$ عملية ماصة للحرارة

c) $\Delta S = +$ تزدادا العشوائية

d) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = (+) - (+)$

$\Delta G = + \quad -$ $\quad \Delta H_{الحد} < T\Delta S_{الحد}$

٢. لا يتحلل الماء ال عناصره الاولية بالظروف الاعتيادية

ج/

a) $\Delta G = +$ عملية غير تلقائية

b) $\Delta H = +$ عملية ماصة للحرارة

c) $\Delta S = +$ تزدادا العشوائية

d) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = (+) - (+)$

$\Delta G = + \quad -$ $\quad \Delta H_{الحد} > T\Delta S_{الحد}$

٣. يذوب غاز ثنائي اوكسيد الكبريت في الماء تلقائيا ويبعث حرارة عند ذوبانه

ج/

a) $\Delta G = -$ عملية تلقائية

b) $\Delta H = -$ عملية باعثة للحرارة

c) $\Delta S = -$ تقل العشوائية

d) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = (-) - (-)$

$\Delta G = - \quad +$ $\quad \Delta H_{الحد} > T\Delta S_{الحد}$

٤. لا تتفكك كاربونات الكالسيوم بدرجات الحرارة الاعتيادية

ج/

a) $\Delta G = +$ عملية غير تلقائية

b) $\Delta H = +$ عملية ماصه للحرارة

c) $\Delta S =+$ تزدادا العشوائية

d) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = (+) - (+)$

$\Delta G = + \quad -$ $\qquad \Delta H_{\text{الحد}} > T\Delta S_{\text{الحد}}$

٥. تفكك اوكسيد الزئبق II يكون تلقائي دائما عند درجات الحرارة العالية .

ج/

a) $\Delta G = -$ عملية تلقائية

b) $\Delta H = +$ عملية ماصه للحرارة

c) $\Delta S =+$ تزداد العشوائية

d) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = (+) - (+)$

$\Delta G = + \quad -$ $\qquad \Delta H_{\text{الحد}} < T\Delta S_{\text{الحد}}$

٦-يتجمد الماء في درجات الحرارة المنخفضة وليس الظروف الاعتيادية

ج/

e) $\Delta G = -$ عملية تلقائية

f) $\Delta H = -$ عملية باعثه للحرارة

g) $\Delta S = -$ تقل العشوائية

h) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = (-) - (-)$

$\Delta G = - \quad +$ $\qquad \Delta H_{\text{الحد}} > T\Delta S_{\text{الحد}}$

٧-يتحلل الاوزون الى الاوكسجين **تلقائياً** بالظروف الاعتيادية

ج/

e) $\Delta G = -$ عملية تلقائية

f) $\Delta H = -$ عملية باعثة للحرارة

g) $\Delta S = +$ تزداد العشوائية

h) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = (-) - (+)$

$\Delta G = - \quad -$ العملية تلقائية في جميع الظروف

٨-بعض الاملاح تذوب **تلقائياً** بالرغم انه عملية ذوبانها تصاحبها امتصاص حرارة

ج/

i) $\Delta G = -$ عملية تلقائية

j) $\Delta H = +$ عملية ماصه للحرارة

k) $\Delta S = +$ تزداد العشوائية

l) $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

$\Delta G = (+) - (+)$

$\Delta G = + \quad -$ $\Delta H_{الحد} < T\Delta S_{الحد}$

واجبات اضافية : علل وفق علاقة كبس $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

١-لايحدث ندى في فصل الصيف

٢-يتبخر الماء في درجة الحراره العاليه

٣- لاينصهر الجليد في الحرارة المنخفظة

٤- يتحلل بيروكسيد الهيدروجين الى اوكسجين وماء تلقائيا في الظروف الاعتيادية (نفس جواب تعليل ٧

17-1

حساب انتروبي التغيرات

كما عرفنا ان المادة تتحول من حالتها الصلبة الى السائلة بدرجة حرارة تسمى T_m (درجة حرارة الانصهار) ومن حالتها السائلة الى الغازية بدرجة حرارة تسمى T_b (درجة حرارة الغليان) وعند هاتان الدرجات T_m , T_b يحدث اتزان بين ضغط بخار الماء او السائل مع الضغط الجوي هذا يعني ان قيمة ΔG تساوي صفر .

- معادلة الانصهار $\Delta S_{Fus} = \frac{\Delta H_{Fus}}{T_m}$ درجة الانصهار بالكلفن = T_m
- معادلة التبخر $\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$ درجة الغليان بالكلفن = T_b
- حيث :
  - ΔS_{Fus} انتروبي انصهار و ΔH_{Fus} انثالبي انصهار .
  - ΔS_{vap} انتروبي التبخر و ΔH_{vap} انثالبي التبخر .

علاقة تروتن : لاحظ العالم تروتن أن ΔS_{vap} لأغلب السوائل تساوي $85\, J/K.mol$

ملاحظات

١- اذا طلب ΔH_{vap} واعطى درجة غليان ولم يعطي قيمة ΔS_{vap} نطبق العلاقة

$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$ ونعوض مكان $\Delta S_{vap} = 85\ J/K.mol$

$$85\ J/K.mol = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

٢- اذا طلب انتروبي التبخر ΔS_{vap} واعطى ΔH_{vap} ودرجة غليان نطبق العلاقة

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

- أنتبة // هذا الرقم $\Delta S_{vap} = 85\ J/K.mol$ نعوضه مكان ΔS_{vap} بس من يطلب ΔH_{vap} وما منطيك قيمة لل ΔS_{vap}

مثال 13-1

احسب انثالبي التبخر ΔH_{vap} للهكسان عند الاتزان بوحدة KJ/mol اذا علمت درجة غليانه = 69°C

الحل// نحول درجة الحرارة °C من الى K

$$T_K = 273 + t_{°C} \quad \Rightarrow T_K = 273 + 69 = 342\ K$$

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b} \qquad \Rightarrow 85\ \ J/K.mol = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

$$\Delta H_{vap} = 85\ \ J/K.mol\ * 342\ K$$

$$\Delta H_{vap} = 29070\ J/mol$$

نحول الى KJ/mol كما مطلوب في السؤال

$$\Delta H_{vap} = 29070\ J/mol\ * \frac{1KJ}{1000J} = 29\ KJ/mol$$

تمرين 18-1

احسب التغير في الأنتروبي للتحول الآتي $H_2O_{(L)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$ حيث $\Delta H_{vap} = 44\ \ KJ/mol$ عند درجة غليان الماء 100 سيليزي

الحل//

نحول درجة الحرارة °C من الى K

$$T_K = 273 + t_{°C} \quad \Rightarrow T_K = 273 + 100 = 373\ K$$

$$H_2O_{(L)} \xrightarrow{\Delta H_{vap}} H_2O_{(g)}$$

$$\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b}$$

$$\Delta S_{vap} = \frac{44\ KJ/mol}{373\ K}$$

$$\Delta S_{vap} = 0.118\ \ KJ/K.mol$$

$$\Delta S_{vap} = 0.118\ \ KJ/K.mol * 1000J/KJ$$

$$\Delta S_{vap} = 118\ \ J/K.mol$$

سؤال 7-1

للتحول $H_2O_{(S)} \longrightarrow H_2O_{(L)}$ وجد $\Delta H = 6KJ$ و $\Delta S = 22\ J|K.mol$. بين ذلك رياضياً مع ذكر السبب في اي درجة حرارية من الدرجات الآتية يكون تحول الجليد الى سائل تلقائياً (250 k ام 300 k)

الحل/ نجد ΔG عند 250 K وعند 300 K ونعرف عند اي حرارة يكون التحول تلقائي

$$\Delta S = -\frac{22\ J/K.mol}{1000} = 0.022\ KJ/K.mol$$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = 6 - (250K\ x\ 0.022) \Longrightarrow \Delta G = 6 - 5.5 = 0.5$$

الاشارة موجبه التحول غير تلقائي

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta G = 6 - (300K\ x\ 0.022) \Longrightarrow \Delta G = 6 - 6.6 = -0.6$$

الاشارة سالبه التحول تلقائي

سؤال 14-1 التفاعلات الاتيه عند 25 C°

$CCl_{4(L)} + H_{2(g)} \longrightarrow HCl_{(g)} + CHCl_3 \quad \Delta H_r^o = -91.34KJ\ ,\ \Delta G_r^o = -103.72KJ$

$3Fe_2O3 \longrightarrow 2Fe_3O_4 + \frac{1}{2}O_2 \quad \Delta H_r^o = 235.8KJ\ ,\ \Delta G_r^o = 195.7KJ$

على فرض ان ΔS_r^o و ΔH_r^o. لكلا التفاعلين لاتتغير عند تغير درجة الحرارة جد

أ- ΔG_r^o للتفاعل الاول عند 65 C°

فكرة السؤال هي ايجاد ΔS_r^o من معطيات التفاعل ثم نعتبرها ثابتة لايجاد ΔG_r^o لنفس التفاعل في حرارة مختلفة

T_K= 65 C+ 273 = 338 K

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o \quad \rightarrow \quad \Delta S_r^o = \frac{\Delta H_r^o - \Delta G_r^o}{T}$$

$$\Delta S_r^o = \frac{-91KJ-(-103.72KJ)}{298K} = 0.042$$

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$

$$\Delta G_r^o = -91 - (338\ \times 0.042)$$

$$\Delta G_r^o = -91 - 14 = -105KJ$$

ب- ΔG_r^o للتفاعل الثاني عند 1000 K

فكرة السؤال هي ايجاد ΔS_r^o من معطيات التفاعل ثم نعتبرها ثابتة لايجاد ΔG_r^o لنفس التفاعل في حرارة مختلفة

T_K= 1000K

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o \quad \rightarrow \quad \Delta S_r^o = \frac{\Delta H_r^o - \Delta G_r^o}{T}$$

$$\Delta S_r^o = \frac{235.8KJ-195.7KJ}{298K} = 0.134$$

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$

$$\Delta G_r^o = 235.8 - (1000\ \times 0.134)$$

$$\Delta G_r^o = 235.8 - 134 = 101.8KJ$$

سؤال 26-1

ماقيمة ΔS لأنصهار الجليد بوحدات $J / K.mol$ اذا علمت ان انثالبية التكوين القياسية للماء تساوي $-286\ KJ / mol$ وانثالبية التكوين للجليد تساوي $-292\ KJ / mol$ ؟

الحل/ المطلوب هو ايجاد ΔS لأنصهار الجليد .. يجب ان نجد ΔH_{Fus} من قيم التكوين المعطاة

$$1\text{-)}\ H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(L)} \qquad \Delta H = -286 KJ / mol$$

$$2\text{-)}\ H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(S)} \qquad \Delta H = -292 KJ / mol$$

$$H_2O_{(S)} \rightarrow H_2O_{(L)}$$ للحصول على معادلة انصهار الجليد

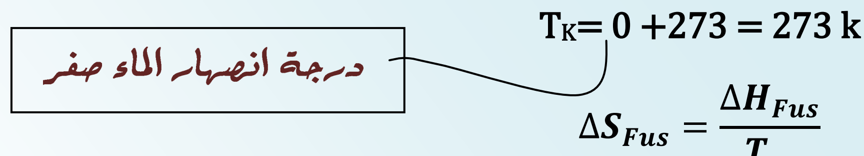
المعادلة الاولى تبقى كما هي وتقلب المعادلة الثانية

$$1\text{-)}\ H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(L)} \qquad \Delta H = -286 KJ / mol$$

$$2\text{-)}\ H_2O_{(S)} \rightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_{2(g)} \qquad \Delta H = +292 KJ / mol$$

$$H_2O_{(S)} \rightarrow H_2O_{(L)} \qquad \Delta H = +6 KJ / mol$$

$$T_K = 0 + 273 = 273\ k$$



$$\Delta S_{Fus} = \frac{\Delta H_{Fus}}{T_m}$$

$$\Delta S_{Fus} = \frac{+6 KJ / mol}{273 k} = 0.022\ kJ / K.mol$$

$$\Delta S_{Fus} = 0.022\ kJ/K.mol \times 1000 J/KJ$$

$$= 22\ J/K.mol$$

1-1 اختر الجواب الصحيح مع بيان السبب بوضوح

1- يتفاعل فلز الصوديوم مع الماء تلقائياً ويتكون محلول هيدروكسيد الصوديوم مع انبعاث حرارة فان :

أ- ΔG > صفر   ب- ΔS > صفر   ج- ΔH > صفر

2- يتسامى الجليد تلقائياً عندما تكون :

أ- ΔH > $T\Delta S$ ب- $T\Delta S$ > ΔH ج- ΔH = $T\Delta S$

3- عند زيادة الضغط على غاز في اناء مغلق بدرجة حرارة ثابتة فان قيمة $\Delta^{\circ}S$ تصبح :

أ- موجبة   ب- سالبة   ج-صفر

4- تفاعل ما غير تلقائي حيث قيمة $T\Delta S$ > ΔH لجعله تلقائي تقترح :

أ- تبريد التفاعل   ب- تسخين التفاعل   ج- لا يمكن جعله تلقائي

5- اذا كان تفاعل ما باعثاً للحرارة وتصاحبه زيادة في الانتروبي فانه يكون :

أ- تلقائي   ب- غير تلقائي   ج-متزن

6- للتفاعل الغازي الاتي $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$ قيمة $\Delta^{\circ}S$ للتفاعل :

أ- صفر   ب- موجبة   ج-سالبة

حل اسئلة الفصل الاول

السؤال	رقم الصفحة بالملزمة	السؤال	رقم الصفحة بالملزمة
س١	موجود ص (٥٤)	س٢١	موجود ص (٧)
س٢	جميع التعاريف في الملزمه	س٢٢	موجود ص (٤١)
س٣	موجود ص (٤)	س٢٣	موجود ص (٢٢)
س٤	موجود ص (٥)	س٢٤	موجود ص (١١)
س٥	موجود ص (٦)	س٢٥	موجود ص (٢٢)
س٦	موجود ص (٤٠)	س٢٦	موجود ص (٥٣)
س٧	موجود ص (٥٢)	س٢٧	موجود ص (٣٥)
س٨	موجود ص (٢٥)	س٢٨	موجود ص (٢٢)
س٩	موجود ص (١٧)	س٢٩	موجود ص (١١)
س١٠	موجود ص (٢١)	س٣٠	موجود ص (٤٧)
س١١	موجود ص (٤٤)		
س١٢	موجود ص (٣٤)		
س١٣	جميع التعاريف في الملزمه		
س١٤	موجود ص (٥٢)		
س١٥	موجود ص (٤٣)		
س١٦	موجود ص (٢٧)		
س١٧	موجود ص (٣١)		
س١٨	موجود ص (٦)		
س١٩	موجود ص (١٢)		
س٢٠	موجود ص (٣)		

الأسئلة الوزارية الخاصه بالفصل الاول سنة ٢٠١٧

تمهيدي 2017

- سؤال 1-30 تعليل رقم 6
- التفاعل الغازي $N_2 + 2O_2 \rightarrow 2NO_2$ وجد ان ΔGF° لـ NO_2 تساوي 52 KJ|mol وΔHF° له تساوي 43 KJ|mol احسب ΔGr° و ΔSr° و ΔHr° مبين هل يحدث التفاعل بصورة تلقائيه ام لا ؟ وهل التفاعل ماص ام باعث؟ وهل التفاعل يتحول الى اكثر ام اقل انتظاما ؟ ولماذا؟

دور اول 2017

- تعريف الخواص الشاملة
- سؤال 1-23
- سؤال 1-30 تعليل رقم 6
- مثال 1-13

دور ثاني 2017

- سؤال 1-30 تعليل رقم 3
- سؤال 1-8
- مالفرق بين الخواص الشاملة والمركزة مع الامثلة

دور ثالث 2017

- جد انثالبي التكوين القياسيه لغاز للميثان CH_4 اذا علمت ان درجة الأحتراق القياسيه لكل من H_2 و C و CH_4 هي على التوالي مقاسة بوحدات KJ/mol (-89 , -394 ,-286)
- بعض الأملاح تذوب في الماء تلقائياً بالرغم من عملية ذوبانها تصاحبها امتصاص حرارة علل وفق علاقة كبس
- عرف | الخواص المركزة

تمهيدي 2018

- عرف || علاقة تروتن
- بعض الأملاح تذوب في الماء تلقائياً بالرغم من عملية ذوبانها تصاحبها امتصاص حرارة علل وفق علاقة كبس
- مالفرق بين الخواص الشاملة والخواص المركزة مع اعطاء امثلة لكل منها؟
- سؤال 1 - 3 (تغير ارقام بسيط)



بعض النصائح المهمه حول الفصل الثاني (الاتزان الكيميائي)

المواضيع التي دائما تتكرر في الوزاري في هذا الفصل هي

١- مسائل حساب ثابت الاتزان Kp او Kc
٢- مسائل قاعدة لي شاتليه
٣- تعاليل قاعدة لي شاتليه

ملخص الفصل الثاني

١- مسائل حساب ثوابت الاتزان Kp و Kc : هذه المسائل فكرية تعتمد على فكر الطالب وفهمه للسؤال (اهم شي تفهم السؤال) حيث تحل هذه المسائل عن طريق كتابة المعادلة وعمل الفرضية وكتابة القانون (معادلة فرضيه قانون)مع مراعاة وضع كل معطى في مكانه الصحيح (اي شي ينطي الك بالمعطيات تساويه مع مكانه في الفرضيه) وتكون هذه الاسئلة نوعات

أ- ثابت الاتزان معلوم : يجب ان يكون في الحقل الثالث من الفرضيه (تراكيز الاتزان او ضغوط الاتزان) مجهول واحد فقط

ب- ثابت الاتزان مجهول : يجب ان يكون في الحقل الثالث من الفرضيه (تراكيز الاتزان او ضغوط الاتزان) ولا مجهول

٢- قاعدة لي شاتلية : (قاعدة لي شاتلية للمواد الغازية فقط)

في مسائل قاعدة لي شاتليه على الاغلب يعطي اجراءات مثل (رفع او خفض الحرارة) او (رفع او خفض الضغط) او (اضافة او سحب تركيز مادة معينه) ويسألك هذا الاجراءات كيف تؤثر على حالة الاتزان وثابت الاتزان . عندما يسألك عن حالة الاتزان يريد ان يعرف التفاعل امامي ام خلفي وعندما يسألك عن ثابت الاتزان يريد ان يعرف قل ام زاد (ثابت الاتزان : رفع او خفض الحرارة فقط من يؤثر عليه) حيث اذا اصبح التفاعل امامي يزداد واذا خلفي يقل

الفصل الثاني الاتزان الكيميائي

1-2 التفاعلات غير الانعكاسية والانعكاسية

التفاعل الكيميائي :- هو عملية تتحول فيها مادة او اكثر الى مواد جديدة تختلف في صفاتها عن المادة التي تفاعلت في البداية .

تكون التفاعلات على نوعين :

١- **التفاعلات غير الانعكاسية :-** هي التفاعلات التي يتم فيها استهلاك تام لأحد او جميع المواد المتفاعلة ولا يكون للمواد الناتجة القدرة على ان تتفاعل لتكوين المواد التي تكونت منها في نفس الظروف .

- مثال $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

٢- **التفاعلات الانعكاسية :-** هي التفاعلات التي فيها تحول المواد المتفاعلة الى نواتج في بداية التفاعل ويكون للمواد الناتجة القدرة على ان تتفاعل مع بعضها لتكوين المواد المتفاعلة مرة اخرى .

- مثال $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$
- مثال $CH_3COOH + CH_3CH_2OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$

2-2 التفاعلات الانعكاسية وحالة الاتزان

اغلب التفاعلات الانعكاسية تسير باتجاهين متعاكسين بظروف التفاعل نفسها مثلا عند ظروف مناسبة يتفاعل N_2 مع غاز H_2 لتكوين الامونيا في بداية التفاعل يكون التفاعل الامامي $\overset{R_f}{\rightarrow}$ (امامي) باتجاه تكوين الأمونيا بمرور الوقت وزيادة تركيز الامونيا تتحلل الامونيا الناتجة لتكوين N_2 ، H_2 مره اخرى بسرعه مقدارها $\overset{R_b}{\leftarrow}$ (خلفي) حيث يستمر التفاعل بأتجاهين متعاكسين حتى يصل التفاعل حالة معينة تتساوى عند سرعتي التفاعل الأمامي والخلفي $(R_F = R_b)$ فيصل التفاعل الى حالة معينة تدعى بحالة الاتزان الكيميائي

- $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

- K_F = ثابت التفاعل الامامي
- K_b = ثابت التفاعل الخلفي



❖ تعليل | تتوقف بعض التفاعلات الكيميائية بينما تظهر الاخرى وكأنها متوقفة ؟

❖ الجواب | التفاعلات التي تتوقف هي التفاعلات الغير انعكاسية حيث تستهلك احد او جميع المواد المتفاعلة اما التفاعلات التي تظهر وكأنها متوقفة هي التفاعلات الانعكاسية حيث تكون في حالة اتزان ديناميكي حركي اي ان:

سرعة التفاعل الامامي = سرعة التفاعل الخلفي .

- الاتزان الكيميائي :- هي حالة اتزان ديناميكي حركي و ليست حالة اتزان استاتيكي (ساكن) اي ان التفاعل مستمر باتجاهين بنفس السرعة .

3-2 التفاعلات الانعكاسية المتجانسة وغير المتجانسة .

- التفاعلات الانعكاسية المتجانسة :- هي تفاعلات تكون فيها جميع المواد من طور واحد .
- التفاعلات الانعكاسية غير المتجانسة :-هي تفاعلات تكون فيها المواد من اكثر من طور .

(الطور بين صلب s او سائل L او غازي g)

- $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ متجانس
- $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2H_2O_{(L)}$ غير متجانس

4-2 حالة الاتزان وقانون فعل الكتلة

عند خلط مول واحد من H_2 ومول واحد من I_2 لتكوين يوديد الهيدروجين عند حرارة 445°C المفروض يتكون 2مول من HI حسب المعادلة الاتية $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ لكن وجد علميا بتحليل الخليط في حالة الاتزان الكيميائي انه يحتوي 78% من غاز HI و 11% من كل H_2 I_2 يطلق على العلاقة التي تربط بين سرعة التفاعل الكيميائي وتراكيز المواد قانون فعل الكتلة

- قانون فعل الكتلة :- عند ثبوت درجة الحرارة فأن سرعة التفاعل الكيميائي في اي اتجاهاً تتناسب طردياً مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كلاً منها مرفوع الى اسس يمثل عدد المولات الموضوع امام كل مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة

- $H_{2(g)} + I_{2(g)} \underset{K_b}{\overset{K_F}{\rightleftharpoons}} 2HI_{(g)}$

- حيث يكون التعبير :

التفاعل الامامي $R_F = K_F[I_2][H_2]$

التفاعل الخلفي $R_b = K_b[HI]^2$

5-2 ثابت الاتزان

- لنفرض ان التفاعل الانعكاسي المتزن الاتي :

$$aA + bB \rightleftharpoons gG + hH$$

❖ سرعة التفاعل الأمامي $R_F = K_F[A]^a[B]^b$

❖ سرعة التفاعل الخلفي $R_b = K_b[G]^g[H]^h$

بما ان : $R_F = R_b$

$$K_F[A]^a[B]^b = K_b[G]^g[H]^h$$

$$K_{eq} = \frac{K_F}{K_b}$$

❖ وعند ترتيب المعادلات تصبح ← $K_{eq} = \frac{[G]^g[H]^h}{[A]^a[B]^b}$

- **ثابت الاتزان K_{eq}** :- هو حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد الناتجة عند الاتزان مقسوماً على حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كل منهما مرفوع الى أس يمثل عدد المولات في المعادلة الكيميائية الموزونة .

+ يكون ثابت الاتزان K_{eq} بدلالة التراكيز K_C
+ يكون ثابت الاتزان K_{eq} بدلالة الضغوط الجزيئية K_P

١. **ثابت الاتزان K_C** :- هو حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد الناتجة عند الاتزان مقسوما على حاصل ضرب التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة عند الاتزان كل منها مرفوع الى اس يمثل عد المولات في المعادلة الكيميائية الموزونة

$$K_C = \frac{[G]^g[H]^h}{[A]^a[B]^b}$$

٢. **ثابت الاتزان K_P** :- هو حاصل ضرب الضغوط الجزئية للمواد الناتجة عند الاتزان مقسوما على حاصل ضرب الضغوط الجزيئية للمواد المتفاعلة عند الاتزان كل منهم مرفوع الى اس يمثل عدد المولات في المعادلة الكيميائية الموزونة

$$K_P = \frac{P_H^h * P_G^g}{P_A^a * P_B^b}$$

ملاحظة مهمة :-

١- ثابت الاتزان K_c للمواد الغازية (g) والمحاليل المائية (aq) فقط: $A_{(g)} + 2B_{(S)} \rightleftharpoons 3C_{(aq)}$

$$K_C = \frac{[C]^3}{[A]}$$

٢- ثابت الاتزان K_P للمواد الغازية فقط (g) : $2A_{(g)} + 2B_{(L)} \rightleftharpoons 3C_{(g)} + O_{(S)}$

$$K_P = \frac{P_c^3}{P_A^2}$$

مثال 2-1 | للتفاعل المتزن الاتي $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \underset{K_b}{\overset{K_F}{\rightleftharpoons}} 2NH_{3(g)}$

وجد ان ثابت السرعة الأمامي K_F يساوي 0.11 وثابت السرعة الخلفي يساوي 0.05

احسب ثابت الاتزان K_{eq}

❖ الحل |

$$K_{eq} = \frac{K_F}{K_b} = \frac{0.11}{0.05} = 2.2$$

تمرين 2-1 | تفاعل ما متزن ثابت الاتزان له K_{eq} يساوي 4.24 وثابت سرعة التفاعل الخلفي K_b يساوي 0.02 احسب ثابت سرعة التفاعل الامامي K_F ؟

❖ الحل |

$$K_{eq} = \frac{K_F}{K_b} \Rightarrow K_F = K_{eq} * K_b$$

$$K_F = 4.24 * 0.02 = 0.0848$$

مثال اضافي | اكتب ثوابت الاتزان للتفاعلات الاتية بدلالة التراكيز المولارية :

1- $2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)} \quad \Rightarrow \quad K_C = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2}$

2- $NO_2^-{}_{(aq)} + H_2O_{(L)} \rightleftharpoons HNO_{2(aq)} + OH^-{}_{(aq)} \quad \Rightarrow \quad K_C = \frac{[HNO_2][OH^-]}{[NO_2^-]}$

3- $CaCO_{3(S)} + 2HCl_{(aq)} \rightleftharpoons CaCl_{2(aq)} + CO_{2(g)} + H_2O_{(L)} \quad \Rightarrow \quad K_C = \frac{[CaCl_2][CO_2]}{[HCl]^2}$

❖ انتبه خلي ابالك K_C ياخذ الغازات (g) والمحاليل المائية (aq) و K_P ياخذ بس الحالة الغازية (g)

تمرين 2-2 | اكتب ثوابت الاتزان بدلالة التراكيز المولارية K_C و ثوابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية K_P للتفاعلات الاتية ان امكن :

1- $2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$

الجواب/ $K_C = \frac{[O_2][CO]^2}{[CO_2]^2}$, $K_P = \frac{P_{O_2} * P_{CO}^2}{P_{CO_2}^2}$

2- $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)}$

الجواب/ $K_C = \frac{[O_3]^2}{[O_2]^3}$, $K_P = \frac{P_{O_3}^2}{P_{O_2}^3}$

3- $CO_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons COCl_{2(g)}$

واجب $K_C =$, $K_P =$

4- $H_2O_{(g)} + C_{(s)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_{2(g)}$

الجواب/ $K_C = \frac{[CO][H_2]}{[H_2O]}$, $K_P = \frac{P_{CO} * P_{H_2}}{P_{H_2O}}$

5- $2ZnS_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2ZnO_{(s)} + 2SO_{2(g)}$

واجب $K_C =$, $K_P =$

6- $C_6H_5COOH_{(aq)} \rightleftharpoons C_6H_5COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$

الجواب/ $K_C = \frac{[C_6H_5COO^-][H^+]}{[C_6H_5COOH]}$, $K_P = 1$ لأن جميع المواد سائلة

7- $2NO_{2(g)} + 7H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 4H_2O_{(L)}$

واجب $K_C =$, $K_P =$

مثال اضافي | اكتب ثابت الاتزان بدلالة الضغوط الجزئية للتفاعلات الاتية :

1- $2H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ $K_P = \frac{P_{NH_3}^2}{P_{H_2}^2 \, P_{N_2}}$

2- $2Hg_{(L)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(S)}$ $K_P = \frac{1}{P_{O_2}}$

6-2 حساب ثابت الاتزان K_{eq}

يمكن ايجاد قيمة ثابت الاتزان عن طريق قياس تراكيز جميع المواد المتفاعلة والناتجة عند الاتزان حيث يتم تعويض هذه القيم بواسطة علاقة ثابت الاتزان .يمكن تقسيم مسائل حساب ثابت الاتزان من حيث الفكرة الى قسمين:

- القسم الاول : ثابت الاتزان مجهول (يجب اين يكون في الفرضية عند الاتزان ولامجهول)
- القسم الثاني: ثابت الاتزان معلوم (يجب ان يكون في الفرضية عند الاتزان مجهول واحد)

✓ لحل مسائل حساب ثابت الاتزان :

نكتب المعادلة المعطاة في السؤال ثم نعمل الفرضية ونطبق علاقة ثابت الاتزان .

ملاحظة || عندما يعطي تراكيز او ضغوط عند الاتزان لانحتاج لعمل الفرضية لأن فائدة الفرضية هي ايجاد تركيز او ضغوط الاتزان

مثال توضيحي | جد قيمة K_{eq} للتفاعل الاتي :- $2CH_{4(g)} \rightleftharpoons C_2H_{2(g)} + 3H_{2(g)}$

إذا علمت أن التراكيز في درجة حرارة معينة عند حصول الاتزان هي :

$[CH_4] = 0.02M \quad , \quad [C_2H_2] = 0.05M \quad , \quad [H_2] = 0.143M$

❖ الحل | اعطى تركيز جاهز عند الاتزان (Keq هو نفسه KC)

$$2CH_{4(g)} \rightleftharpoons C_2H_2 + 3H_2$$

0.02   0.05   0.143

$$K_c = \frac{[C_2H_2][H_2]^3}{[CH_4]^2} = \frac{(0.05)(0.143)^3}{(0.02)^2} = 0.37$$

مثال اضافي | جد قيمة K_{eq} للتفاعل الاتي عند درجة 100 C $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$

اذا علمت ان التراكيز عند حالة الاتزان هي ::

$[N_2O_4] = 0.002\ M \quad , \quad [NO_2] = 0.017\ M$

❖ الحل | اعطى تراكيز عند الاتزان :

$$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$$

0.017   0.002

$$K_c = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2} = \frac{0.002}{(0.017)^2} = 6.92$$

✓ كيفية عمل فرضية

أ- نكتب الحقل الاول من الفرضيه تحت المعادلة حيث نكتب التركيز الابتدائي للمواد المتفاعلة ويكون التركيز الابتدائي للمواد الناتجة يساوي صفر

ب- نكتب الحقل الثاني من الفرضيه والتي هي تمثل قيمة المتحلل (X) ويكون في حالة نقصان بالمتفاعلات وزيادة في النواتج مضروبا في عدد المولات في المعادلة

ج- نكتب الحقل الثالث من الفرضية و التي هي تمثل المتبقي او التراكيز النهائية عند الاتزان حيث (المتحلل X - الابتدائي =المتبقي)

ملاحظات

١- اذا ذكر (وضع ،خلط ، سخن، ادخل، مزج) يعني التراكيز الابتدائية .

٢- لا يمكن تطبيق قانون ثابت الاتزان KC او KP إلا في الحالات الاتيه :

أ- (K_C ، K_P) مجهول وجميع التراكيز او الضغوط الجزئية معلومة .

ب- (K_C ، K_P) معلوم و احد التراكيز او الضغوط عند الاتزان مجهول .

٣- $n = M$ عندما يكون الحجم لتر واحد .

مثال توضيحي $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

	N_2	+ $3H_2$ ⇌	$2NH_3$
التراكيز الابتدائية	a	a	0
التغير بالتراكيز	-X	-3X	+2X
التراكيز عند الاتزان	$(a-X)$	$(a-3X)$	2X

$$K_c = \frac{[2X]^2}{[a-X][a-3X]^3}$$

مثال 3-2 | التفاعل الاتي :- $H_{2g} + I_{2g} \rightleftharpoons 2HI_g$ خلط 0.5 mol من H_2 ,I_2 في لتر واحد وبحرارة 430 °C وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان ثابت الاتزان KC لهذا التفاعل يساوي 5.29 احسب تراكيز المواد التي تمثل مزيج الاتزان ؟

علما ان $\sqrt{5.29} = 2.3$.

✓ الحل | بما ان الحجم 1 لتر اذا $M = n$

- هنا المطلوب حساب التراكيز النهائية عند الاتزان :

$H_{2g} + I_{2g} \rightleftharpoons 2HI_g$

	H_{2g}	I_{2g}	$2HI_g$
التراكيز الابتدائية	0.5	0.5	0
التغير بالتراكيز	-X	-X	+2X
التراكيز عند الاتزان	$(0.5-X)$	$(0.5-X)$	2X

- نلاحظ في التراكيز النهائية مجهول واحد فقط (X) ولدينا K_C اذا

بالجذر التربيعي للطرفين

$$K_C = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} \Rightarrow 5.29 = \frac{(2X)^2}{(0.5-X)(0.5-X)}$$

$$2.3 = \frac{(2X)}{(0.5-X)} \Rightarrow 2X = 1.15 - 2.3X$$

$$2X + 2.3X = 1.15 \quad \Rightarrow 4.3X = 1.15$$

$$X = \frac{1.15}{4.3} = 0.267\ M$$

التراكيز عند الاتزان

- $[HI] = 2 * 0.267 = 0.534\ mol/L$
- $[H_2] = [I_2] = 0.5 - 0.267 = 0.233\ mol/L$

تمرين 3-2 | التفاعل الاتي :- $H_{2_g} + Br_{2_g} \rightleftharpoons 2HBr_g$ وضع في وعاء حجمه لتر واحد 0.4 mol من كل H_2,Br_2 وبدرجة حرارة $425\ ^oC$. احسب التراكيز المواد التي تكونت خليط الاتزان .اذا علمت ان ثابت الاتزان K_C لهذا التفاعل يساوي 0.25 .

✓ الحل | بما ان الحجم ١ لتر اذا $M = n$

- هنا المطلوب حساب التراكيز النهائية عند الاتزان

ملاحظة :- لو لاحظنا ان بعد عمل الفرضية اصبحت الغاية هي ايجاد قيمة (X) التي تعتبر مقدار التغير في التركيز الابتدائي

$$H_{2_g} \quad + \quad Br_{2_g} \quad \rightleftharpoons \quad 2HBr_g$$

	H_2	Br_2	$2HBr$
التراكيز الابتدائية	0.4	0.4	0
التغير بالتراكيز	-X	-X	+2X
التراكيز عند الاتزان	$(0.4-X)$	$(0.4-X)$	2X

- نلاحظ في التراكيز النهائية مجهول واحد فقط (X) ولدينا K_C اذاً

بالجذر التربيعي للطرفين

$$K_C = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} \Rightarrow 0.25 = \frac{(2X)^2}{(0.4-X)(0.4-X)}$$

$$0.5 = \frac{(2X)}{(0.4-X)} \Rightarrow 2X = 0.20 - 0.5X$$

$$2X + 0.5X = 0.20$$

$$X = \frac{0.20}{2.5} = 0.08\ M$$

التراكيز عند الاتزان

- $[HBr] = 2 * 0.08 = 0.16\ mol/L$
- $[H_2] = [Br_2] = 0.4 - 0.08 = 0.32\ mol/L$

- انتبه : الفرضية اساس حل السؤال
- عندما يعطي ابتدائي نعوضه في الحقل الاولى للفرضية
- عندما يعطي مستهلك نعوضه في الحقل الثاني من الفرضية

عندما يعطي نهائي نعوضه في الحقل الثالث من الفرضية

مثال توضيحي : $A + 2B \rightleftharpoons 3C$

	$3C$	$2B$	A	
الحقل الاول	0	a	a	التراكيز الابتدائية
الحقل الثاني	+3X	-2X	-X	التغير بالتراكيز
الحقل الثالث	3X	$(a-2X)$	$(a-X)$	التراكيز النهائية او التراكيز عند الاتزان

مثال توضيحي : $A + B \rightleftharpoons C$

	C	B	A	
الحقل الاول	0	a	a	ابتدائي
الحقل الثاني	+X	-X	-X	مستهلك او متغير
الحقل الثالث	X	$(a-X)$	$(a-X)$	تراكيز نهائية او تراكيز عند الاتزان

ملاحـــــظات

١- اذا ذكر (سخن ، مزج ، ادخل ، وضع ، خلط ، قبل التفكك ، تراكيز ابتدائية)
كل هذه الكلمات تعني تركيز ابتدائي (a) يعني الفرضية الاولى

٢- اذا ذكر كلمة (استهلك بمقدار – المتحلل – المتفكك)
كل هذه الكلمات تعني المستهلك (X) يعني الفرضية الثانية

٣- اذا ذكر كلمة (متبقي – تركيز نهائي – تركيز عند الاتزان)
كل هذه الكلمات تعني التراكيز النهائية $(a - X)$ يعني الفرضية الثالثة .

٤- الضغط الكلي يساوي مجموع الضغوط الجزيئية عند الاتزان للمواد الناتجة والمتفاعلة :

$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \cdots$ ← لا يعتمد على مولات في المعادلة

٥- عدد المولات الكلية يساوي مجموع المولات عند الاتزان للمواد المتفاعلة والناتجة :

$$n_T = n_1 + n_2 + n_3 + \cdots$$

٦- الفائدة من اعطائك P_T هي لايجاد قيمة X او الضغط الابتدائي a والفائدة من اعطائك n_T هي ايضا لايجاد قيمة X او التركيز الابتدائي a

مثال 2-2 | في احد التجارب العملية ادخل 0.625mol من غاز N_2O_4 في وعاء سعته 5L نتفكك الغاز حسب التفاعل التالي وبدرجة حرارة معينة. وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان تركيز N_2O_4 المتبقي يساوي 0.025 mol/L .
احسب قيمة Kc لهذا التفاعل $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ ؟

✓ الحل |

$M\,[N_2O_4] = \frac{n}{v} \Rightarrow M = \frac{0.625}{5} = 0.125\ mol/L$

	N_2O_4	⇌	$2NO_4$
التراكيز الابتدائية	0.125		0
التغير بالتراكيز	-X		+2X
التراكيز النهائية / التراكيز عند الاتزان	$(0.125 - X)$		2X
معطى في السؤال ⟶	↓ 0.025		

- $[N_2O_4] = 0.025$

$(0.125 - X) = 0.025 \Rightarrow X = 0.125 - 0.025 \Rightarrow X = 0.1$

$[NO_2] = 2X = 2 * 0.1 = 0.2\,\frac{mol}{L}$

- $K_C = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \Rightarrow K_C = \frac{(0.2)^2}{(0.025)} = 1.6$

تمرين 2-4| للتفاعل الاتي : $2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$ وضع في إناء حجمه لتر واحد 0.8 mol من غاز CO_2 وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد أن ربع كمية الغاز قد تفككت أحسب Kc ؟.

✓ الحل |

❖ $[M] = \frac{n}{v} \Rightarrow M = \frac{0.8}{1} = 0.8\ mol/L$

$$2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$$

	$2CO_2$	$2CO$	O_2
التراكيز الابتدائية	0.8	0	0
التغير بالتراكيز	-2X	+2X	+X
التراكيز النهائية / التراكيز عند الاتزان	$(0.8 - 2X)$	(2X)	(X)

بما انه ربع كمية الغاز قد استهلكت

- $2X = \frac{1}{4} * 0.8 \Rightarrow x = \frac{0.2}{2} = 0.1$

$\because [CO_2] = 0.8 - 2x \Rightarrow 0.8 - 2 * 0.1 = 0.6$

- $[CO] = 2x = 2 * 0.1M = 0.2\ ,\ [O_2] = x = 0.1\ M$

❖ $K_C = \frac{[CO]^2[O_2]}{[CO_2]^2} = \frac{(0.2)^2 * 0.1}{(0,6)^2} = 0.011$

سؤال 2 - 24 | في التفاعل الغازي التالي : $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ وضعت كميات مختلفة (مولات مختلفة) من H_2, N_2 في اناء حجمه لتر وعند وصول التفاعل لحالة الاتزان وجد أن ما أستهلك من H_2 يساوي 0.3mol و ما تبقى من N_2 يساوي 0.2mol ما عدد مولات كل من H_2, N_2 قبل التفاعل . علما ان ثابت الاتزان K_c للتفاعل يساوي 200 ؟

✓ الحل |

$[M] = \frac{n}{v} \Rightarrow [M] = \frac{n}{1L} \Rightarrow [M] = n$

- نفرض تركيز $[H_2]$ الابتدائي a
وتركيز $[N_2]$ الابتدائي b

$$3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

	$3H_2$	N_2	$2NH_3$
التراكيز الابتدائية	a	b	0
التغير بالتراكيز (مستهلك)	-3x	-x	+2x
التراكيز النهائية / التراكيز عند الاتزان	$(a - 3x)$	(b-x)	(2x)
معطى في السؤال		0.2	

من معطيات السؤال نلاحظ ان :

- المستهلك من $H_2 \Leftarrow 3x = 0.3$
- المتبقي من $N_2 \Leftarrow b - x = 0.2$

- $3x = 0.3 \Rightarrow x = \frac{0.3}{3} = 0.1$
- $[\, H_2 \,] = a - 3x \Rightarrow a - 3 * 0.1 \Rightarrow [\, H_2 \,] = a - 0.3$
- $[\, N_2 \,] = b - x \Rightarrow b - 0.1 = 0.2 \Rightarrow b = 0.1 + 0.2$

  $b = 0.3\ M = [\, N_2 \,]$
- $[NH_3 \,] = 2x \Rightarrow [NH_3 \,] = 2 * 0.1 = 0.2\ M$
- $K_c = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} \Rightarrow 200 = \frac{(0.2)^2}{((a-0.3))^3(0.2)} \Rightarrow 200 = \frac{0.2}{((a-0.3))^3}$

$$((a-0.3))^3 = \frac{0.2}{200} \Rightarrow ((a-0.3))^3 = 0.001$$ بالجذر التكعيبي

$$(a-0.3) = 0.1 \Rightarrow a - 0.3 = 0.1 \Rightarrow a = 0.3 + 0.1$$

$$a = 0.4\ M = [H_2]$$

مثال 4-2 | للتفاعل الغازي الاتي $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ وفي وعاء مغلق حجمه لتر واحد وجد ان ضغط غاز SO_3 قبل تفككه يساوي 3atm عند درجة معينة بلغ التفاعل حالة الاتزان فوجد أن الضغط الكلي لخليط الغازات يساوي 4atm احسب K_P للتفاعل عند الاتزان ؟

✓ **الحل |**

	$2SO_{3(g)}$	$\rightleftharpoons 2SO_2$	$+ O_2$
الضغوط الابتدائية	3	0	0
التغير في الضغوط	-2X	+2X	+X
الضغوط عند الاتزان	$(3-2X)$	(2X)	(X)

- P_T= مجموع الضغوط الجزيئية للمواد عند الاتزان

$$P_T = P_{SO_3} + P_{SO_2} + P_{O_2}$$

$$4 = 3 - 2X + 2X + X$$

$$X = 4 - 3 = 1$$

$$K_P = \frac{(P_{SO_2})^2 * P_{O_2}}{(P_{SO_3})^2} = \frac{(2)^2 * 1}{(1)^2} = 4$$

سؤال 16-2 | في التفاعل المتزن الغازي $PCl_3 + Cl_2 \rightleftharpoons PCl_5$ وجد ان ضغط PCl_3 الجزئي في الاناء المغلق ضعف ضغط Cl_2 وعند وصول التفاعل الى وضع الاتزان بدرجة حرارة معينة وجد ان ضغط Cl_2 يساوي 1atm فإذا علمت ان $K_p = \frac{1}{2}$ فما ضغطا غازي PCl_3, Cl_2 , في بداية التفاعل ؟

✓ الحل |

• بما انه ضغط Cl_2=1atm

	PCl_3	$+ \; Cl_2$	$\rightleftharpoons PCl_5$
الضغوط الابتدائية	2a	a	0
التغير بالضغوط	-X	-X	+X
التراكيز عند الاتزان	$(2a-X)$	$(a-X)$	(X)

- $P_{Cl_2} = a - x = 1 \;\Rightarrow x = a - 1$
- $P_{PCl_3} = 2a - x$

$$P_{PCl_3} = 2a - (a-1) \;\Rightarrow P_{PCl_3} = a + 1$$

- $K_P = \frac{P_{PCl_5}}{PCl_3 * P_{Cl_2}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{a-1}{(a+1)*1} \Rightarrow 2a - 2 = a + 1$

$$2a - a = 2 + 1 \;\Rightarrow a = 3atm$$

- $P_{Cl_2} = a = 3 \; atm$
- $P_{PCl_3} = 2a = 2 * 3 = 6 \; atm$

سؤال 17-2 | في التفاعل المتزن $CO_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2O$ وفي إناء حجمه لتر واحد تم خلط مولات متساوية من CO_2, H_2 وبدرجة حرارة 2000K وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان عدد المولات الكلية لخليط الغازات عند الاتزان تساوي 3mol ما تراكيز خليط الاتزان علما بأن ثابت الاتزان $K_C = 4$؟

✓ الحل | بما ان الحجم 1 لتر $M = n$

	$CO_{2(g)}$	$+ \; H_{2(g)}$	$\rightleftharpoons CO_{(g)}$	$+ \; H_2O$
التراكيز الابتدائية	a	a	0	0
التغير في التراكيز	-X	-X	+X	+X
التراكيز عند الاتزان	$(a-X)$	$(a-X)$	X	X

- $n_T = n_{CO_2} + n_{H_2} + n_{CO} + n_{H_2O}$

$$3 = a - x + a - x + x + x$$
$$3 = 2a$$
$$a = \frac{3}{2} = 1.5$$

- $K_c = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]} \Rightarrow 4 = \frac{X^2}{(1.5-X)^2} \Rightarrow 2 = \frac{X}{1.5-X}$

$$X = 3 - 2X \Rightarrow 3X = 3 \Rightarrow X = 1$$

- $[CO_2] = [H_2] = 1.5 - 1 = 0.5 \; M$
- $[CO] = [H_2O] = 1 \; M$

استراحه || كلماتي

يادنيا اشما اجاج ورياي كيسي
يجي يوم واطكنج بي كيسي
ال Kp للضغط والتركيز Kc
احفظهم وابد لاتنسى الوصيه

سؤال 3-2 / يتفكك غاز N_2O_4 الى NO_2 في اناء مغلق حجمه لتر واحد وكان ضغط الغاز قبل التفكك يساوي 2atm وبدرجة حرارة معينه وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان الضغط الكلي لخليط الاتزان يساوي 3 atm احسب Kp للتفاعل

الحل /

$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons$	$2\,NO_{2(g)}$
2	0
-X	+2X
$2 - x$	$2x$

$$P_T = P_{NO_2} + P_{N_2O_4}$$

3 = (2-X) + (2X)

3-2 = X

X=1

$$P_{NO_2} = 2X = 2(1) = 2atm$$

$$P_{N_2O_4} = 2 - X = 2 - 1 = 1\,atm$$

$$K_P = \frac{P_{NO_2}^{\ 2}}{P_{N_2O_4}} = \frac{2^2}{1} = 4$$

استراحه || كلماتي

امس شفتك يبعد الروح بالمول

شعجب تصرف صرت تلاف بالمال

اذا التركيز مرة انطاه بالمول

قسمة عالحجم يصبح مولارية

سؤال 14-2 | للتفاعل الافتراضي $A + aB \rightleftharpoons 2C$ وضع $2moL$ من A مع $5moL$ من B في اناء حجمه لتر وبدرجة حرارة معينة وصل حالة الاتزان فوجد ان ما استهلك من A مول واحد وما تبقى من B $2mol$ احسب K_C

الحل | $V(L) = 1$ $n = M$

A	$+ aB$	$\rightleftharpoons 2C$
2	5	0
-x	-ax	+2x
2-x	5- ax	2x

المستهلك $[X]=1$

$[A]= 2 - X =2 - 1=1\ M$

$[C]=2X= 2 \times 1 = 2\ M$

$$[B] = 5 - aX = 2 \Rightarrow 5 - a * 1 = 2$$

$$5 - a = 2$$

$$a = 3$$

$$K_c = \frac{(2)^2}{(1)(2)^3} \Rightarrow K_c = \frac{4}{8} \Rightarrow K_c = 0.5$$



كلماتي

جم عقدة ابرجعتك علي حليت

مثل حلت مدارس علي حليت

بمسائل Kp و Kc اذا حليت

القانون اهم شي والفرضية

سؤال 26-2 : في التفاعل الغازي الاتي عند درجة حرارة معينة $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$
وضعت مولات مختلفة من NO و O_2 في اناء التفاعل حجمه لتر وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان المتكون من NO_2 يساوي 0.8mol وتركيز كل من NO و O_2 متساويات و $K_C = 10$ جد مولات NO و O_2 قبل بدء التفاعل

الحل |

$2NO +$	$O_2 \leftrightharpoons$	$2NO_2$
a	b	0
-2x	-x	+2x
a-2x	b-x	2x

❖ بما ان تراكيز O_2 و NO متساويات عند الاتزان نفرضهم A



$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2[O_2]}$$

$$10 = \frac{[0.8]^2}{[A]^2[A]}$$

$$10 = \frac{0.64}{A^3}$$

$$\frac{10A^3}{10} = \frac{0.64}{10}$$

$A^3 = 0.064$ بالجذر التكعيبي

$$A = 0.4\ mol/_L$$

❖ اذا تركيز كل من O_2 و NO عند الاتزان يساوي 0.4

$$[NO_2] = 2X = 0.8$$

$$X = 0.4$$

$$b - X = 0.4 \rightarrow \quad b - 0.4 = 0.4$$

$$b = 0.8\ mol / L = [O_2]$$

$$a - 2X = 0.4 \rightarrow \quad a - 2 * 0.4 = 0.4$$

$$a - 0.8 = 0.4$$

$$a = 0.4 + 0.8$$

$$a = 1.2\ mol / L = [NO]$$

سؤال 2-20 | للتفاعل الاتي الماص للحرارة $C_2H_{6(g)} \rightleftharpoons C_2H_{4(g)} + H_{2(g)}$ وضعت مولات من C_2H_6 في اناء حجمه لتر وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الى حالة اتزان فوجد ان ربع كمية الغاز قد استهلكت فاذا علمت ان ثابت الاتزان K_C للتفاعل $= \frac{1}{2}$ جد تراكيز خليط الاتزان

الحل |: بما ان حجم الاناء = ١ لتر $\Leftarrow [\ M\ ] = n$

$C_2H_{6(g)}$	$\rightleftharpoons$	$C_2H_{4(g)}$	$+ H_{2(g)}$
a		0	0
-X		+X	+X
a-X		X	X

بما ان ربع كمية الغاز قد استهلكت

$$X = \frac{1}{4}a = 0.25\ a$$

$$[C_2H_6] = a - X = a - 0.25a = 0.75a$$

$$[C_2H_4] = [H_2] = X = 0.25a$$

$$K_C = \frac{[C_2H_4] * [H_2]}{[C_2H_6]} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{(0.25a)(0.25a)}{0.75a}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{(0.25a)}{3} \Rightarrow 0.5a = 3 \quad \Rightarrow a = \frac{3}{0.5} = 6$$

نجد تراكيز خليط الاتزان :

$$[C_2H_6] = a - X = 6 - 0.25 * 6 = 6 - 1.5 = 4.5\ mol/l$$

$$[C_2H_4] = [H_2] = X = 0.25\ a = 1.5\ mol/L$$

سؤال 2-21

للتفاعل الاتي : $2C_{(S)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$

سخنت كمية كافية من الكاربون بوجود الاوكسجين الذي كان تحت ضغط $1.4\ atm$ في وعاء حجمه لتر وعند درجة حرارة معينة وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان ضغط غاز CO عند الاتزان $= 0.8$ جد K_P للتفاعل

الحل |

$2C_{2(S)}$ +	$O_{2(g)}$	$\rightleftharpoons$	$2CO_{(g)}$
صلب	1.4		0
	-X		+2X
	1.4-X		2X



عند الاتزان $(P_{CO}) = 0.8atm$

$$P_{CO} = 2X \quad \Rightarrow X = \frac{0.8}{2} = 0.4$$

$$P_{O_2} = 1.4 - X = 1.4 - 0.4 = 1atm$$

$$K_P = \frac{(P_{CO})^2}{P_{O_2}} \Rightarrow K_P = \frac{(0.8)^2}{1} = 0.64$$

سؤال 18-2 | وضع $4g$ من غاز HF في وعاء مغلق حجمه $2L$ عند درجة حرارة $27°C$ وترك في الوعاء المغلق يتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادلة الأتية :
$2HF \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$ فاذا كان K_P للتفاعل يساوي 1.21 . احسب الضغط الجزيئي لغاز HF عند الاتزان ؟ علماً بأن الكتلة المولية $20\ g/mol$ ؟

✓ الحل | $n = \frac{m}{M} = \frac{4g}{20\ g/mol} = 0.2\ mol$

- $T_K = t_{°C} + 273 \Rightarrow T_K = 27 + 273 = 300K$
- $V_{(L)} = 2L \quad , R = 0.082\ L.atm/mol.K$
- $P = \frac{nRT}{V} \Rightarrow P = \frac{0.2mol*0.082*300}{2L}$

$$P = 2.46\ atm \Leftarrow P_{HF}$$

$$2HF \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$$

	$2HF$	$H_{2(g)}$	$F_{2(g)}$
الضغوط الابتدائية	2.46	0	0
التغير بالضغوط	-2X	+X	+X
التراكيز عند الاتزان	$(2.46 - 2X)$	X	(X)

- $K_P = \frac{P_{H_2} * P_{F_2}}{P^2_{HF}}$

$$1.21 = \frac{X^2}{(2.46 - 2X)^2}$$ بالجذر

$$1.1 = \frac{X}{2.46 - 2X} \Rightarrow X = 2.7 - 2.2X \Rightarrow 3.2X = 2.7 \Rightarrow X = \frac{2.7}{3.2} = 0.84$$

- $P_{HF} = 2.46 - (2 * 0.84) \Rightarrow P_{HF} = 0.76\ atm$

ملاحظة مهمة

عندما يعطي تراكيز ابتدائية ونسبة مئوية للتفكك او قيمة المتحلل (X) ويطلب تراكيز نهائية او قيمة K_C

$$\text{النسبة المئوية للتفكك للـ } (X) = \frac{X_{\text{المتحلل}}}{a_{\text{الابتدائي}}} * 100\%$$

فائدة اعطائك النسبة المئوية هي اما ايجاد المتحلل X او الابتدائي a

مثال توضيحي | اذا كانت درجة تفكك مول واحد عن B_2 الى $2B$ هي 20% عند حرارة وضغط معين في اناء حجمه لتر واحد احسب قيمة K_C للتفاعل $B_{2(g)} \rightleftharpoons 2B_{(g)}$

✓ الحل | $n = M$ لأن الحجم $= 1(L)$

$$B_{2(g)} \rightleftharpoons 2B_{(g)}$$

	B_2	$2B$
الضغوط الابتدائية	1	0
التغير بالضغوط	-X	+2X
التراكيز عند الاتزان	1-X	2X

- $\% B_2 = \frac{X_{B_2}}{1} * 100\% \Rightarrow 20\% = \frac{X}{1} * 100\%$

$$X = \frac{20}{100} \Rightarrow X = 0.2$$

- $[B_2] = 1 - X \Rightarrow [B_2] = 1 - 0.2 = 0.8\ M$

$$[B] = 2X \Rightarrow [B] = 2 * 0.2 = 0.4$$

- $K_C = \frac{[B_2]^2}{[B]} \Rightarrow K_C = \frac{(0.4)^2}{0.8} = 0.2$

سؤال اضافي | للتفاعل المتزن : $A_{2(g)} \rightleftharpoons 2A_{(g)}$ وجد أن عند وضع مول واحد من A_2 في اناء تفاعل حجمة لتر عند ظروف قياسية يصل التفاعل الى حالة اتزان فوجد انه يتحلل 1% من A_2 ما قيمة K_C للتفاعل وما تركيز A الذي يكون في حالة اتزان مع $0.01M$ من A_2 عند ظروف التفاعل نفسها.

✓ **الحل** | بما ان الحجم $1L$ فأن $M = n$

- $\%$ للمتحلل $A_2 = \frac{X}{a_{\text{الابتدائي}}} * 100\%$

$$\%1 = \frac{X}{1} * 100\% \Rightarrow X = \frac{1}{100} = 0.01\ M$$

$$A_{2(g)} \rightleftharpoons 2A_{(g)}$$

	A_2	$2A$
الضغوط الابتدائية	1	0
التغير بالضغوط	-X	+2X
التراكيز عند الاتزان	1-X	2X

- $[A_2] = 1 - X \Rightarrow [A_2] = 1 - 0.01 = 0.99\ M$

$$[A] = 2X \Rightarrow [B] = 2 * 0.01 = 0.02\ M$$

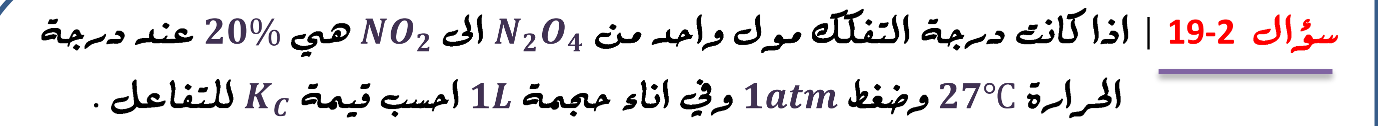
- $K_C = \frac{[A]^2}{[A_2]} \Rightarrow K_C = \frac{(0.02)^2}{0.99} = 4 * 10^{-4}$

- بما ان K_C هي نفسها وعند نفس الظروف نحسب تركيز $[A]$

$$K_C = \frac{[A]^2}{[A_2]} \Rightarrow 4 * 10^{-4} = \frac{[A]^2}{0.01}$$ بالجذر

$$2 * 10^{-2} = \frac{[A]}{0.1} \Rightarrow [A] = 2 * 10^{-2} * 0.1$$

$$[A] = 0.002\ M$$



سؤال 2-19 | اذا كانت درجة التفكك مول واحد من N_2O_4 الى NO_2 هي 20% عند درجة الحرارة $27°C$ وضغط $1atm$ وفي اناء حجمة $1L$ احسب قيمة K_C للتفاعل .

✓ **الحل** | بما ان الحجم 1 لتر $M = n$

- $\%N_2O_4 = \frac{X_{\text{المتحلل}}}{\text{الابتدائي}} * 100\%$

$$\%20 = \frac{X}{1} * 100\% \Rightarrow X = \frac{20}{100} = 0.2\ M$$

	$N_2O_{4(g)}$	$\rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$
التراكيز الابتدائية	1	0
التغير بالتراكيز	-X	+2X
التراكيز عند الاتزان	1-X	2X

- بما ان $X = 0.2\ M$

- $[N_2O_4] = 1 - X \Rightarrow [N_2O_4] = 1 - 0.2 = 0.8\ M$
- $[NO_2] = 2X \Rightarrow [NO_2] = 2 * 0.2 = 0.4\ M$
- $K_C = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} \Rightarrow K_C = \frac{(0.4)^2}{0.8} = 0.2$

سؤال 2- 11 | عند تسخين غاز $NOCl$ النقي الى حرارة معينة في انا مغلق حجمة لتر يتحلل حسب المعادلة $2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي $1atm$ والضغط الجزيئي لغاز $P_{NOCl} = 0.4atm$ احسب

١- الضغط الجزيئي لـ $NOCl$ قبل التحلل .

٢- ثابت الاتزان K_P للتفاعل عند نفس درجة الحرارة .

✓ **الحل** |

	$2NOCl_{(g)}$	$\rightleftharpoons 2NO_{(g)}$	$+ Cl_{2(g)}$
الضغوط الابتدائية	a	0	0
التغير بالضغوط (مستهلك)	-2X	+2X	+X
الضغوط عند الاتزان	a-2X	2X	X
	⬇		
	0.4		

من معطيات السؤال $P_{NOCl} = 0.4\ atm$

- $P_T = P_{NOCl} + P_{NO} + P_{Cl_2}$

$1 = 0.4 + 2X + X \Rightarrow 1 - 0.4 = 3X$

$3X = 0.6 \quad \Rightarrow X = \frac{0.6}{3} = 0.2atm$

$P_{(NOCl)} = a - 2X = 0.4$

- $a - 2 * 0.2 = 0.4$
- $a = 0.4 + 0.4$
- $a = 0.8 = P_{NOCl)}$

$P_{NO} = 2X = 2 * 0.2 -= 0.4\ atm$

$P_{Cl_2} = X = 0.2atm$

$$K_P = \frac{{P_{NO}}^2 * P_{Cl_2}}{{P_{NOCl}}^2}$$

- $\Longrightarrow K_P = \frac{(0.4)^2 * 0.2}{(0.4)^2} \quad \Rightarrow K_P = 0.2$

سؤال 12-2 | التفاعل التالي يجري بدون عامل مساعد $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ وعند وصول التفاعل الى حالة اتزان وجد ان الضغوط الجزيئية $P_{NO_2} = 1.6atm \quad P_{N_2O_4} = 0.4atm$ عند درجة حرارة 100°C أحسب :

١- K_P , للتفاعل

٢- ماذا يحدث للضغوط الجزيئية للغازات في خليط الاتزان بعد اضافة العامل المساعد .

✓ **الحل |**

١- بما انه اعطى ضغوط جزيئية عند الاتزان نجد K_P مباشرة :

- $K_P = \frac{{P_{NO_2}}^2}{{P_{N_2O_4}}^2} \Longrightarrow K_P = \frac{(1.6)^2}{0.4} \quad \Rightarrow K_P = 6.4$

٢- العامل المساعد لا يؤثر على الضغوط الجزيئية حيث انه يقلل من زمن التفاعل للوصول الى حالة الاتزان .

سؤال 2- 15 | في التفاعل المتزن $NiO_{(s)} + CO_{(g)} \rightleftharpoons Ni_{(s)} + CO_{2(g)}$ بدرجة حرارة 727°C وصل التفاعل الى حالة الاتزان فوجد ان ضغط غاز CO يساوي $304\ Torr$ والضغط الكلي $1\ atm$ جد ثابت الاتزان K_P (معلومة $1atm = 760\ Torr$)

✓ **الحل |** نحول ضغط CO الى atm

- $P_{CO} = \frac{304Torr}{760Torr/atm} \Rightarrow P_{CO} = 0.4\ atm$
- $P_T = P_{CO} + P_{CO_2} \Rightarrow 1 = 0.4 + P_{CO_2} \Rightarrow P_{CO_2} = 1 - 0.4 = 0.6\ atm$
- $K_P = \frac{P_{CO_2}}{P_{CO}} \Rightarrow K_P = \frac{0.6}{0.4} = 1.5$

7-2 | العلاقة بين الطاقة الحرة ΔG وثابت الاتزان

- للتفاعل الاتي : $aA + bB \rightleftharpoons gG + hH$

❖ ترتبط الطاقة الحرة الغير قياسية مع الطاقة الحرة القياسية لهذا التفاعل بالعلاقة الاتية :

- $\Delta G = \Delta G^\circ + RT\ ln \frac{[G]^g[H]^h}{[A]^a[B]^b} \ldots\ldots\ldots (1)$
  - حيث R : هو ثابت الغازات $R = 8.314\ \ J/K.mol$
  - و T درجة الحرارة بالكلفن T_K

❖ ومن تعريف حاصل القسمة يمكن كتابة المعادلة (1) على الصورة الاتية :

- $\Delta G = \Delta G^\circ + RT\ lnQ \ \ldots\ldots\ldots (2)$

وعند وصول التفاعل الى حالة اتزان تكون قيمة الطاقة الحرة ΔG مساوية للصفر ($\Delta G = 0$) و Q عند الاتزان يصبح K_{eq} .

❖ حيث تصبح المعادلة (2) بالشكل

- $\Delta G^\circ = -RT\ lnK_{eq}$

- ملاحظة ΔG° هنا بوحدات الجول J وليس KJ

مثال 5-2 | اذا علمت ان ΔG° للتفاعل التالي تساوي $\Delta G^\circ = -104\ \ KJ/mol$ عند درجة حرارة $25°C$ وضغط $1atm$ $CCl_{4(L)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons HCl_{(g)} + CHCl_{3(L)}$ احسب ثابت الاتزان K_{eq} للظروف نفسها ؟ علما ان $ln\ 1.7 * 10^{18} = 42$

✓ الحل |

- نحول ΔG° الى وحدات الجول : $\Delta G^\circ{}_{J/mol} = -104 * 1000 = -104000\ J/mol$
- نحول الحرارة الى T_K $\quad T_K = 25 + 273 = 298\ K$
- $R = 8.314\ J/K.mol$

- $\Delta G^\circ = -RT\ lnK_{eq}$

$$-104000\ J/mol = -8.314\ J/K.mol * 298 * ln\ K_{eq}$$
$$-104000 = -2477.572 * ln\ K_{eq}$$
$$ln\ K_{eq} = \frac{-104000}{-2477.572} \Rightarrow ln\ K_{eq} = 42$$
$$ln\ K_{eq} = ln\ \ 1.7 * 10^{18} \Rightarrow \quad K_{eq} = \ \ 1.7 * 10^{18}$$

تمرين 5-2 | احسب ثابت الاتزان K_P للتفاعل التالي عند $25°C$ وضغط $1atm$

$2H_2O_{(L)} \rightleftharpoons 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$ اذا علمت ان الطاقة الحرة لتكوين الماء هي

$\Delta G^\circ_{f(H_2O)} = -237 \frac{KJ}{mol}$ وبين هل يحدث هذا التفاعل تلقائي في درجة حرارة $25°C$

علما ان : $ln\ 8 * 10^{-84} = -191.3$

✓ الحل | نجد ΔG°_r من مجموع الطاقات الحرة القياسية للتكوين .

- $\Delta G^0_r = \sum n\Delta G^0_{f(P)} - \sum n\Delta G^0_{f(R)}$

$\Delta G^0_r = [2 * +0] - [2 * -237] = 474\ KJ/mol$

$\Delta G^0_r\ J/mol = 474\ KJ/mol * 1000 = 474000\ J/mol$

❖ قيمة ΔG^0_r موجبة اذا التفاعل لا يحدث تلقائياً

❖ $T_K = 25 + 273 = 298\ K$

❖ $\Delta G^\circ = -RT\ lnK_{eq}$

$474000\ J/mol = -8.314\ J/K.mol * 298\ K * lnK_{eq}$

$lnK_{eq} = \frac{474000\ J/mol}{-8.314 * 298} \Rightarrow lnK_{eq} = -191.3$

$lnK_{eq} = ln\ 8 * 10^{-84}$

$K_{eq} = 8 * 10^{-84}$

سؤال 6-2 / ثابت الاتزان ما عند درجة $25C^0$ يساوي $1 * 10^{-5}$ و ΔS^0_r للتفاعل نفسة يساوي $-0.5\ K_J/K.mol$ احسب ΔH^0_r علما ان $ln10^{-5} = -11.51$

الحل |

$\Delta G^0 = -RTlnK_{eq}$

$\Delta G^0 = -8.314 * 298\ ln10^{-5}$

$\Delta G^0 = -8.314 * 298 * -11.51$

$\Delta G^0 = 28492.07\ J/mol \rightarrow \Delta G^0 = 28.49\ KJ/mol$

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \rightarrow 28.49 = \Delta H - (298\ K * -0.5\ K_J/K.mol)$

$28.49 = \Delta H + 149 \rightarrow \Delta H = 28.49 - 149$

$\Delta H = -120.5KJ$

سؤال 2-23 | اذا علمت ان ثابت التأين الذاتي للماء عند درجة حرارة 25°C وضغط $1atm$ تساوي $1 * 10^{-14}$ احسب قيمة ΔG° للتأين : $H_2O \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

علما ان $ln10^{-14} = -32.24$

✓ **الحل** | بما ان التفاعل هو معادلة التأين للماء اذا K_{eq} هو ثابت التأين

❖ $T_K = 25 + 273 = 298\ K$

$$\Delta G^{\circ} = -RT\ lnK_{eq}$$

$$\Delta G^{\circ} = -\ 8.314\ J/K.mol * 298\ K * ln10^{-14}$$

$$\Delta G^{\circ} = -2477.572 * ln10^{-14}$$

$$\Delta G^{\circ} = -2477.572 * -32.24$$

$$\Delta G^{\circ} = 79881\ J/mol$$

2 - 8 قاعدة لوشاتلية

اذا اثر مؤثر خارجي مثل تغير التركيز او الحجم او الضغط او درجة الحرارة على تفاعل ما في حالة اتزان فأن هذا التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من تأثير ذلك المؤثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة .

❖ هذا المبدأ يشبه قانون نيوتن في الانظمة الميكانيكية والذي ينص:
(لكل فعل رد فعل مساوٍ له بالقوة ومعاكس له بالاتجاه)

❖ **المؤثرات الخارجية التي تؤدي الى الإخلال بحالة الاتزان هي :**

١- تأثير التغير في تراكيز المواد المتفاعلة او الناتجة على موضع الاتزان :

في تفاعل هابر لإنتاج الامونيا $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

- عند اضافة او سحب مادة متفاعلة او ناتجة نلاحظ انه :

أ- عند اضافة مزيد من الهيدروجين H_2 و النتروجين N_2 (مواد متفاعلة) :

○ فأن التفاعل يتراح الى الامام (اي باتجاه النواتج) للتخلص من الزيادة الحاصلة .

○

ب-عند سحب كمية من H_2 و N_2 (مواد متفاعلة) :

- فأن التفاعل يتراح بالاتجاه الخلفي لسد النقص الحاصل في المواد المسحوب منها .

ج- عند اضافة مزيد من الامونيا NH_3 (مادة ناتجة) :

- فأن التفاعل يتراح بالاتجاه الخلفي (باتجاه المتفاعلات) للتخلص من الزيادة الحاصلة في تركيز NH_3

د- عند سحب كمية من الامونيا NH_3 :

- فأن التفاعل يتراح بالاتجاه الامامي لسد النقص الحاصل في الامونيا .

ملاحظات

١- عند الاضافة للمواد المتفاعلة او الناتجة فأن التفاعل ينزاح عكس الاضافة .

٢- عند سحب مادة متفاعلة او ناتجة فأن التفاعل يتراح باتجاه المسحوب منه .

٣- التغير في تراكيز المواد المتفاعلة و الناتجة يؤثر للمواد الغازية فقط (اي عند اضافة او سحب مادة صلبة لا يؤثر على موضع الاتزان لو اخذنا التفاعل الاتي فأن اضافة B او سحب منه لا يؤثر

$$A_{(g)} + B_{(s)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$$

انتبه

حتى تفهم شلون يأثر التغير بالتركيز على حالة الاتزان تذكر ان المواد الناتجة والمواد المتفاعلة جيران بينهم بس سهم التفاعل(⇌) اي واحد منهم تجي اضافة يدزهه للأخر.
واي واحد يسحبون منه جيرانه يدزله لسد النقص الحاصل عنده

٢- تأثير الضغط او حجم الاناء لتفاعل على موضع الاتزان :

للتفاعل الغازي الاتي $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$

يعتمد تأثير الضغط على عدد مولات المواد الناتجة والمتفاعلة حيث نلاحظ عدد مولات النواتج = 2 ومجموع عدد مولات المتفاعلات =3 لذا عند زيادة الضغط فأن التفاعل يتجه بالاتجاه الامامي وعند نقصان الضغط يتجه بالاتجاه الخلفي

ملاحظات

١- زيادة الضغط ترجح التفاعل باتجاه عدد المولات الاقل .

٢- نقصان الضغط ترجح التفاعل باتجاه عدد المولات الاكبر .

٣- في حال تساوت عدد مولات النواتج مع المتفاعلات فأن الضغط لايؤثر على حالة الاتزان

٤- علاقة الضغط بالحجم عكسية حيث :

عند نقصان الحجم يزداد الضغط وعند زيادة الحجم يقل الضغط

٥- تأثير الضغط او حجم الاناء على المواد الغازية فقط .

اما المواد الصلبة عند حساب عدد المولات كأنها لا توجد نعطي عدد مولاتها = صفر

٣- تأثير درجة الحرارة

❖ لفهم تأثير درجة الحرارة نقسم التفاعلات الى :

أ- تفاعل ماص للحرارة $(\Delta H = +)$ أي ان الحرارة في جانب المتفاعلات

$$CaCO_{3(s)} + \text{طاقة} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

حيث نلاحظ عند زيادة الحرارة على التفاعل او التسخين فأن التفاعل ينزاح باتجاه النواتج للتخلص من الزيادة الحاصلة في الحرارة وعند التبريد (نقصان الحرارة) فأن التفاعل ينزاح باتجاه المواد المتفاعلة لسد النقص الحاصل .

ب- تفاعل باعث للحرارة $(\Delta H = -)$ اي ان الحرارة في جانب النواتج :

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + \text{طاقة}$$

حيث نلاحظ عند زيادة الحرارة او التسخين فأن التفاعل يتجه باتجاه المواد المتفاعلة للتخلص من الزيادة الحاصلة وعند تبريد التفاعل (نقصان الحرارة) فأن التفاعل يتراح بالاتجاه الامامي (باتجاه المواد الناتجة) لسد النقص الحاصل .

ملاحظات

١- اين ما تكون الحرارة في المتفاعلات (ماص) او في النواتج (باعث)

فأن زيادة الحرارة ترجع التفاعل بالاتجاه الذي لا يحوي الحرارة .

٢- اين ما تكون الحرارة في المتفاعلات (ماص) او في النواتج (باعث)

فأن نقصان الحرارة ترجع التفاعل بالاتجاه الذي يحوي الحرارة .

٣- المصطلحات (خفض – نقصان – تبريد) كلها تعني نقصان الحرارة .

٤- المصطلحات (رفع – زيادة – تسخين) كلها تعني زيادة الحرارة .

٤- تأثير اضافة العامل المساعد

- العامل المساعد لا يؤثر على موضع الاتزان (علل)
- ج | لأن العامل المساعد يزيد من سرعة التفاعل الامامي والتفاعل الخلفي بنفس الدرجة حيث يتم الوصول الى حالة الاتزان بسرعه عالية بدون حدوث تغيرات في المواد الداخلة في التفاعل .

❖ ملاحظة / عند اضافة العامل المساعد على تفاعل متزن فأنه لا يؤثر على موضع الاتزان .

9-2 | العوامل المؤثرة على قيمة ثابت الاتزان .

ان كل من الضغط والحجم والتركيز والعامل المساعد لا يؤثر على قيمة ثابت الاتزان .

درجة الحرارة فقط تؤثر على ثابت الاتزان حيث ان ثابت الاتزان يزداد بزيادة التراكيز المواد الناتجة :

$$\text{ثابت الاتزان} = \frac{[\text{نواتج}]}{[\text{متفاعلات}]}$$

- اي ان ثابت الاتزان يتناسب طردي مع تركيز المواد الناتجة

❖ ملاحظة مهمة :

كلما كان التفاعل امامي زادت قيمة ثابت الاتزان وكلما كان التفاعل خلفي قلت قيمة ثابت الاتزان .

❖ ملاحظة | المادة التي يخرج منها سهم التفاعل تقل والمادة التي يذهب اليها سهم التفاعل تزداد .

A تقل ⟶ B تزداد ,, A تزداد ⟵ B تقل

تمرين 6-2 | اثيل ايثانوات مذيب جيد يستخدم على سبيل المثال لأزالة طلاء الاظافر يحضر من اضافة حامض الخليك الى كحول الايثانول $CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$ اقترح بصفتك مهندس كيميائي لشركة كيميائية كيف بأمكانك زيادة المنتوج من اثيل ايثانوات بتغيير التراكيز.

✓ الحل |

١- زيادة تراكيز المتفاعلات بشكل مستمر

٢- سحب اثيل ايثانوات بأستمرار

استراحه || كلماتي

شتلني ابدربة بس والله لـ اشتليه

وردة ابوسط بستاني لـ اشتليه

الفصل الثاني اظبطلي لي شاتليه

تعاليل ومسائل تجي هيه

ملاحظة | في اسئلة قاعدة لوشاتليه : عندما يطلب التأثير على حالة الاتزان(يريد تحديد اتجاة التفاعل) وعندما يطلب التأثير على ثابت الاتزان(يقل او يزداد)اوعندما يطلب اجراءات ترفع المنتوج (نعطي الاجراءات التي تجعل التفاعل امامي) اما عندما يطلب التأثير على التراكيز (يعني يطلب زيادة التركيز او نقصانه)

تمرين 2-7 | للتفاعل المتزن الاتي $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)}$ $\Delta H = 428\ KJ/mol$

ما تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان .

١- زيادة الضغط على التفاعل وذلك بانقاص حجم الاناء ٢- إضافة مزيد من O_2 الى النظام

٣-خفض درجة الحرارة ٤- اضافة العامل المساعد

✓ **الحل** | ملاحظة بما ان($\Delta H = +$) التفاعل ماص للحرارة (الحرارة بالمتفاعلات)

١- زيادة الضغط ترجع التفاعل باتجاه المولات الاقل اي نحو اليمين باتجاه النواتج وثابت الاتزان لا يتأثر .

٢- اضافة مزيد من O_2 ترجع التفاعل الامامي للتخلص مت الزيادة الحاصلة وثابت الاتزان لا يتأثر .

٣- خفض حرارة التفاعل الماص للحرارة ترجع التفاعل الخلفي لسد النقص الحاصل في الحرارة وان النواتج تقل لذلك تقل قيمة ثابت الاتزان .

٤- العامل المساعد لا يؤثر على موضع الاتزان لكنه يخفض من طاقة التنشيط اي يزيد من سرعة التفاعل الامامي و الخلفي بنفس المقدار .

تمرين 2- 8 | يصل مزيج الغازات C_2H_4 , H_2 , C_2H_6 الموضوعة في وعاء مغلق عند 25°C الى حالة الاتزان كما في التفاعل الاتي:

$$C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons C_2H_{6(g)} + 137\ KJ/mol$$

صف عدد من الاجراءات التي تؤدي الى رفع كمية C_2H_6 الناتجة من هذا التفاعل:

✓ **الحل** | ملاحظة ΔH في النواتج يعني ان التفاعل باعث

١- زيادة تراكيز المواد المتفاعلة

٢- سحب غاز C_2H_6 باستمرار

٣- خفض كمية حرارة التفاعل كون ان التفاعل باعث حيث تبريد التفاعل يرجع التفاعل الامامي

٤- زيادة الضغط يرجع التفاعل باتجاه المولات الاقل اي النواتج .

سؤال 2-7 | للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحرارة $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$

كيف تتغير حالة الاتزان ولماذا ؟

١- عند زيادة الضغط المسلط على التفاعل المتزن
٢- رفع درجة حرارة اناء التفاعل
٣- سحب غاز N_2O_4 المتكون عند الاتزان

✓ الحل |

١- زيادة الضغط ترجع التفاعل باتجاه المولات الاقل اي باتجاه النواتج
٢- رفع درجة حرارة الباعث ترجع التفاعل الخلفي للتخلص من الحرارة الفائضة
٣- سحب N_2O_4 يرجع التفاعل الامامي لسد النقص الحاصل في كمية N_2O_4

سؤال 2-8 | التفاعل الغازي المتزن الاتي $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$ انثالبي التفاعل تساوي $\Delta H = 92.5\ KJ/mol$.

ما تأثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان .

١- خفض درجة الحرارة
٢- اضافة زيادة Cl_2 الى خليط الاتزان
٣- سحب PCl_3 من خليط الاتزان
٤- زيادة الضغط على خليط الاتزان
٥- اضافة العامل المساعد

✓ الحل | ملاحظة $(\Delta H = +)$ التفاعل ماص (الحرارة بالمتفاعلات)

١- خفض حرارة التفاعل الماص ترجع التفاعل الخلفي وتقل قيمة ثابت الاتزان .
٢- اضافة زيادة من Cl_2 ترجع التفاعل الخلفي للتخلص من الزيادة الحاصلة وقيمة ثابت الاتزان لا تتأثر .
٣- سحب PCl_3 يرجع التفاعل الامامي لسد النقص الحاصل وقيمة الاتزان لا تتأثر .
٤- زيادة الضغط ترجع التفاعل باتجاه المولات الاقل اي باتجاه المتفاعلات حيث يترجع التفاعل الخلفي وقيمة ثابت الاتزان لا تتأثر .
٥- لا يأثر على موضع الاتزان ولا على قيمة ثابت الاتزان .



سؤال 9-2 | التفاعل المتزن الاتي $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$ انثالبي التفاعل $\Delta H = -198.2$

ماذا يحدث لتراكيز SO_3 , O_2 , SO_2 عند الاتزان بعد :

١- زيادة درجة حرارة التفاعل
٢- تقليل الضغط المسلط على التفاعل
٣- زيادة تركيز SO_2 في خليط الاتزان
٤- اضافة عامل مساعد

✓ **الحل** | نلاحظ ان التفاعل باعث للحرارة (الحرارة بالنواتج)

العوامل المؤثرة	التأثير على تراكيز المواد		
	$[SO_3]$	$[O_2]$	$[SO_2]$
١- زيادة درجة حرارة التفاعل	يقل تركيزه	يزداد تركيزه	يزداد تركيزه
٢- تقليل الضغط المسلط على التفاعل	يقل تركيزه	يزداد تركيزه	يزداد تركيزه
٣- زيادة تركيز SO_2 في خليط الاتزان	يزداد تركيزه	يقل تركيزه	يقل تركيزه
٤- اضافة عامل مساعد	لا يؤثر	لا يؤثر	لا يؤثر

سؤال | هل يؤدي دائما رفع درجة حرارة اي تفاعل في حالة اتزان الى زيادة في تراكيز النواتج ؟

- اذا كانت اجابتك النفي ما التفاعلات التي تؤدي او لا تؤدي الى زيادة النواتج ؟
- بين ذلك مع ذكر امثلة ؟

✓ **الجواب** | كلا ليس كل التفاعلات تؤدي الى زيادة تركيز النواتج عند رفع درجة الحرارة . التفاعلات الماصة هي فقط ترجح التفاعل الامامي عند رفع الحرارة حيث تؤدي الى زيادة النواتج بينما التفاعلات الباعثة عند رفع درجة الحرارة ترجح التفاعل الخلفي اي تؤدي الى نقصان تركيز المواد الناتجة .

سؤال 10-2 | التفاعل المتزن الاتي الباعث للحرارة :

$$2PbS_{(s)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2PbO_{(s)} + 2SO_{2(g)}$$

- وضح تأثير كل من العوامل الاتية على حالة لاتزان وقيمة ثابت الاتزان :

١- خفض الضغط المسلط على التفاعل

٢- تبريد اناء التفاعل

✓ **الحل** | ملاحظة/ المواد الصلبة (S) لا تدخل ولا تتأثر بالعوامل المؤثرة .

١- عند خفض الضغط يتجه التفاعل باتجاه عدد المولات الاكثر اي يتجه التفاعل الخلفي وثابت الاتزان لا يتأثر.

٢- تبريد التفاعل يرجح التفاعل الامامي لسد النقص الحاصل في الحرارة وقيمة ثابت الاتزان تزداد .

سؤال اضافي | التفاعل الاتي الماص للحرارة يجري في اناء مغلق :

$$CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + CaO_{(s)}$$

- ماذا يحدث للتفاعل عند :

١- تقليل حجم الاناء ج/ يترجح التفاعل نحو المتفاعلات (تفاعل خلفي)

٢- اضافة مزيد من CaO الى خليط الاتزان ج/ لا يؤثر لأنه مادة صلبة

٣- سحب جزء من $CaCO_3$ الى خليط الاتزان ج/ لا يؤثر لأنه مادة صلبة

٤- اضافة مزيد من CO_2 الى خليط الاتزان ج/ يترجح التفاعل الخلفي

٥- زيادة درجة الحرارة ج/ ترجح التفاعل الامامي

✓ **ملاحظة**/ اضافة او سحب مواد صلبة لا تؤثر على حالة الاتزان .

سؤال 13-2 | للتفاعل الغازي المتزن $A \rightleftharpoons 2B$ كانت تراكيز الاتزان من خلال الجدول التالي :

- احسب قيمة K_C, للتفاعل بدرجات الحرارة المختلفة
- ثم بين هل ان التفاعل ماص او باعث للحرارة :

رقم NO	$A_{mol/L}$	$B_{mol/L}$	درجة الحرارة / °C
1.	0.01	0.8	127
2.	0.1	0.7	227

✓ الحل | ملاحظة نجد قيم K_C من التراكيز عند كل درجة حراره ثم نقارن قيم K_C ونلاحظ ماذا يحدث عند زيادة الحرارة حيث نستطيع معرفة التفاعل باعث ام ماص :

التفاعل الاول :

- $K_C = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0.8)^2}{(0.01)} = 64$

التفاعل الثاني :

- $K_C = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0.7)^2}{(0.1)} = 4.9$

- نلاحظ ان قيمة ثابت الاتزان تقل كلما زادت درجة الحرارة اذا التفاعل باعث للحرارة .

انتبه

في الاسئلة التي يطلب منك :

ما هي الاجراءات التي تؤدي الى رفع المنتوج مثل

خلي ابالك تنطي الاجراءات الى تخلي التفاعل يصير امامي .

ملاحظة |

في الاسئلة التي تكون (هل ان التفاعل باعث للحرارة ام ماص) .

يجب ان تكون لديك قيمتين لثابت الاتزان كل قيمة عند درجة حرارة معينة.

ونقارن هل ان قيمة ثابت الاتزان زادت او قلت بارتفاع او انخفاض درجة الحرارة .

سؤال توضيحي | للتفاعل التالي $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ ثابت الاتزان K_C لهذا التفاعل $K_C = 6 * 10^{-3}$ عند درجة حرارة $298\ K$ ولكنه يساوي $K_C = 1.5 * 10^{-2}$ عند درجة حرارة $35°C$ هل ان تفكك غاز N_2O_4 باعث ام ماص ؟

✓ **الحل** |

- عند حرارة $298\ K$ $\quad K_C = 6 * 10^{-3}$

$T_K = 35 + 273 = 308\ K$

- عند حرارة $308\ K$ $\quad K_C = 1.5 * 10^{-2}$

وعليه نلاحظ انه عند ارتفاع درجة الحرارة زادت قيمة K_C اي انه التفاعل اتجه نحو النواتج حيث كلما زادت قيمة النواتج زادت قيمة K_C وهذا يعني ان التفاعل ماص لأن التفاعل الماص عند زيادة الحرارة يرجع التفاعل الامامي للتخلص من الزيادة الحاصلة .

التخلص من الحرارة ⟵

$A +$ حرارة $\rightleftharpoons B$

زيادة حرارة ↗

سؤال 2- 22 | للتفاعل التالي $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ وجد ان خليط الاتزان بحرارة $25°C$ يحتوي على $[O_2] = 0.01M$, $[SO_3] = 0.002M$, $[SO_2] = 0.08M$

وعند تبريد التفاعل الى $10°C$ وجد ان $K_C = 4$ هل ان التفاعل باعث ام ماص

✓ **الحل** |

- عند حرارة $25°C$:

$$K_C = \frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{(0.08)^2(0.01)}{(0.002)^2} = 16$$

- عند حرارة $10°C$: $\quad K_C = 4$

وعلية نلاحظ قلت قيمة $K_C =$ بانخفاض درجة الحرارة اي ان التفاعل انزاح باتجاه المتفاعلات اذا التفاعل ماص لأن التفاعل الماص عند انخفاض الحرارة يرجع التفاعل الخلفي لسد النقص الحاصل ،

سد نقص ⟵

$A +$ حرارة $\rightleftharpoons B$

نقصان حرارة ↙

10-2 اهمية ثابت الاتزان (Kc, Kp)

من خلال قيم ثوابت الاتزان يمكن معرفة نواتج التفاعل . حيث القيم العالية لثوابت الاتزان تعني ان نسبة مئوية عالية من النواتج مقارنة بالمواد المتفاعلة.

س | يتفاعل غاز النتروجين مع الاوكسجين لتكوين غاز احادي اوكسيد الكاربون حسب المعادلة $N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$ علل لماذا لايقل تركيزهما بالهواء الجوي؟

الجواب | لان قيمة ثابت الاتزان لهذا التفاعل صغيرة جدا 1×10^{-31} تدل على ان التفاعل ينزاح بأتجاه المتفاعلات اي ان التفاعل يحدث بصعوبة لذلك تبقى نسب الاوكسجين والنتروجين ثابتة.

2 - 11 اهمية قاعدة لو شاتلية صناعياً

❖ كيف يتم تصنيع حامض الكبريتيك بطريقة التلامس صناعيا ؟

١- احتراق الكبريت بالهواء لتكوين غاز SO_2 ويبعث حرارة عالية

$$S_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)}$$

٢- تفاعل مزيد من الهواء مع ثنائي اوكسيد الكبريت بوجود خماسي اوكسيد الفناديوم V_2O_5 لتكوين ثلاثي اوكسيد الكبريت SO_3

$$O_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$$

٣- امتصاص SO_3 باضافة حامض الكبريتيك المركز لتكوين حامض الكبريتيك الداخن

$$SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow H_2S_2O_7$$

٤- اضافة الماء لتكوين حامض الكبريتيك بالتركيز المطلوب

$$H_2S_2O_7 + H_2O \rightarrow 2H_2SO_4$$

- نلاحظ ان الخطوة الثانية يمكن الاستفادة منها لزيادة الانتاج حسب قاعدة لوشاتليه وذلك

١) ادخال كميات هائلة من الهواء

٢) ازاحة SO_3 المتكون

٣) تبريد التفاعل

٤) زيادة الضغط

سؤال 2-5 | علل ما يأتي (مهم)

١- في التفاعل الافتراضي المتزن طاقة $+ B \rightleftharpoons A$ لا تتغير حرارة التفاعل عند زيادة الضغط الكلي ؟

- الجواب | لأن عدد مولات المادة الناتجة يساوي عدد مولات المادة المتفاعلة حيث لا يؤثر الضغط على موضع الاتزان .

٢- قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات الغير الانعكاسية تكون كبيره جداً ؟

- الجواب | وذلك لان جميع المواد المتفاعلة تستهلك لتكوين مواد ناتجة حيث ان تركيز المادة المتفاعلة = صفر وتكون كمية الناتج كبيره بالتالي قيمة ثابت الاتزان كبيرة .

٣- يعد التفاعل باعثاً للحرارة اذا انخفضت فيه K_C عند زيادة درجة حرارة التفاعل ؟

- الجواب | لأن زيادة درجة الحرارة التفاعل الباعث ترجع التفاعل الخلفي للتخلص من الحرارة الفائضة حيث تقل قيمة K_C كلما كان التفاعل خلفي .

٤- قيمة K_C تزداد عند رفع حرارة التفاعل في حالة التفاعلات الماصة للحرارة .

- الجواب | لأن ارتفاع حرارة التفاعلات الماص للحرارة ترجع التفاعل الامامي للتخلص من الحرارة الفائضة حيث تزداد قيمة K_C كلما كان التفاعل امامي .

٥- تتوقف بعض التفاعلات تماماً بينما تظهر الاخرى وكأنها متوقفة تماماً ؟

- الجواب | التفاعلات التي تتوقف هي تفاعلات تامة يحدث فيها استهلاك تام للمواد المتفاعلة بينما التي تظهر وكأنها متوقفة فهي تفاعلات تستمر باتجاهين وصلت الى حالة الاتزان وتراكيزها اصبحت ثابتة .

٦- لايمكن اضافة الماء مباشرة لأزاحة SO_3 في برج التلامس

- الجواب | لأن اضافة الماء مباشرة تؤدي الى تكوين حامض الكبريتيك الضبابي حيث لايمكن تكثيفة بسهوله ويعتبر مصدر للتلوث

سؤال 2 – 25 | مالعلاقة بين ظاهرة الاحتباس الحراري وزيادة كمية غاز NO في الهواء الجوي

الجواب | الاحتباس الحراري هو ظاهرة ارتفاع حرارة الارض وان تفاعل تكوين غاز NO هو تفاعل ماص للحرارة لذلك حسب قاعدة لو شاتليه ان ارتفاع الحرارة ترجع التفاعل الامامي (اي تكوين NO) وبالتالي تزداد كمية غاز NO بوجود ظاهره الاحتباس الحراري

2–1 املأ الفراغات في الجمل التالية بما يناسبها :

1 – في التفاعل المتزن الاتي :

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 92\ kJ$$

فأن خفض درجة الحرارة يؤدي الى زيادة تراكيز المواد الناتجة .

2 – اذا كانت قيمة ثابت الاتزان K_c لنظام متزن عند $500°C$ تساوي 2×10^{-15} وقيمته عند $200°C$ تساوي 4×10^{-12} فإن ذلك يدل على ان التفاعل باعث للحرارة .

3 – في التفاعل المتزن الاتي :

$$CO_{(g)} + 2H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_3OH_{(g)} + 127\ kJ$$

عندما يضاف الهيدروجين الى هذا النظام المتزن فإن حرارة التفاعل ترتفع .

4 – في التفاعلات الانعكاسية الباعثة للحرارة يزاح موضع الاتزان نحو تكوين المواد المتفاعلة في التفاعل عند زيادة درجة الحرارة.

5 – في التفاعل المتزن :

$$CO_{2(g)} + C_{(s)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$$

فإن خفض الضغط يزيد من استهلاك غاز CO_2 .

6 – في التفاعل المتزن :

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} + 180\ kJ \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$$

فإن رفع درجة الحرارة لإناء التفاعل يعمل على زيادة قيمة K_c للتفاعل.

7– التغير بـ الضغط لايؤثر على حالة الاتزان للتفاعل المتزن الأتي :

$$N_{2(g)} + O_{2(g)} + 180\ kJ \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$$

8 – للتفاعل المتزن:

$$Cl_{2(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)} + \text{طاقة}$$

يمكن زيادة تركيز HCl الناتج عند خفض الحرارة للتفاعل.

9 – في التفاعل المتزن: $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$ وبدرجة حرارة معينة اذا كانت قيمة K_p للتفاعل $= 3$ والضغط الجزئي لغاز NO_2 يساوي $3\ atm$ فإن الضغط الجزئي لغاز N_2O_4 يساوي $3\ atm$

10 – في التفاعل المتزن الاتي:

$$4NH_{3(g)} + 3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2N_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$$

بدرجة حرارة معينة وجد K_c للتفاعل $= 1 \times 10^{28}$ فهذا يدل على أن موضع الاتزان يقع في اتجاه تكوين النواتج .

11 – عندما تكون K_p أصغر من K_c فإن مجموع عدد مولات المواد المتفاعلة اكبر من مجموع عدد مولات

المواد الناتجة .

12 – اذا كان حاصل التفاعل عند نقطة معينة من التفاعل أصغر من ثابت الاتزان K_c للتفاعل فأن التفاعل يتجه نحو المواد ___الناتجة___ .

13 – عند زيادة الضغط الكلي على حالة اتزان لتفاعل فيه عدد المولات للغازات المتفاعلة اصغر من عدد مولات الغازات الناتجة فإن موضع الاتزان ينحرف باتجاه ___المتفاعلات___ .

14 – العلاقة بين ثابت الاتزان K_c وتراكيز النواتج علاقة ___طردية___ .

15 – عند تقليل الضغط في خليط متزن ($\Delta n_g = -1$) فالتفاعل ينزاح نحو ___المتفاعلات___ وثابت الاتزان K ___لا يتأثر___

16 – تفاعل متزن ثابت اتزانه $K_c = 4$ فعند سحب النواتج من خليط الاتزان فأن ثابت الاتزان ___لا يتأثر___.

17 – عندما $\Delta n_g =$ ___صفر___ لايكون للضغط المسلط على التفاعل الغازي تأثير في حالة الاتزان .

18 – يترجح التفاعل ___الخلفي___ لتفاعل متزن ماص للحرارة عند تبريد اناء التفاعل .

19 – في التفاعلات الماصة للحرارة والتي هي في حالة اتزان ديناميكي تزداد تراكيز المواد الناتجة عند ___زيادة___ درجة الحرارة .

20 – في تفاعل متزن وجد ان $K_c = \frac{K_p}{RT}$ ما يدل على ان مجموع مولات المواد الغازية الناتجة في هذا التفاعل ___أكبر___ من مجموع مولات المواد الغازية المتفاعلة .

2-2 اختر الجواب الصحيح :

1 – ثابت الاتزان K_c للتفاعل المتزن : $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ عند درجة حرارة $727°C$ تبلغ 4.17×10^{-2} . فإن اتجاه التفاعل عند خلط $0.4\ M$ من SO_3 و $0.1\ M$ من O_2 و $0.02\ M$ من SO_2 تكون :

أ– بأتجاه المواد المتفاعلة . ✓

ب– بأتجاه المواد الناتجة .

جـ– التفاعل في حالة اتزان ديناميكي .

د– كل الاجابات السابقة خاطئة .

2 – التفاعل المتزن : $CaO_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons CaCO_{3(s)}$ يتم في وعاء مغلق فأن كمية $CaCO_3$ تزداد عندما :

أ– تزال كمية من غاز CO_2 من التفاعل عند الاتزان .

ب– يزداد الضغط الكلي . ✓

جـ– تضاف كمية من CaO الى خليط الاتزان .

د– كل الاجابات السابقة خاطئة .

3 – التفاعل المتزن : $2IF_{(g)} \rightleftharpoons I_{2(g)} + F_{2(g)}$ ثابت الاتزان K_c يساوي 1×10^6 بدرجة حرارة $200K$ فاذا كان الضغط الجزئي عند الاتزان $0.2\ atm$ لغاز IF و $4 \times 10^{-3}\ atm$ لغاز F_2 فان الضغط الجزئي

لغاز I_2 يساوي:

أ- 5×10^4 atm

ب- 1×10^{-5} atm ✓

جـ- 1×10^5 atm

د- كل الاجابات السابقة خاطئة.



حل اسئلة الفصل الثاني

السؤال	رقم الصفحة بالملزمة	السؤال	رقم الصفحة بالملزمة
س١	جميع التعاريف في الملزمة	س٢١	موجود ص (١٨)
س٢	موجود ص (٣٧)	س٢٢	موجود ص (٣٤)
س٣	موجود ص (١٤)	س٢٣	موجود ص (٢٥)
س٤	موجود ص (٣٨)	س٢٤	موجود ص (١١)
س٥	موجود ص (٣٦)	س٢٥	موجود ص (٣٦)
س٦	موجود ص (٢٤)	س٢٦	موجود ص (١٦)
س٧	موجود ص (٣٠)		
س٨	موجود ص (٣٠)		
س٩	موجود ص (٣١)		
س١٠	موجود ص (٣٢)		
س١١	موجود ص (٢١)		
س١٢	موجود ص (٢٢)		
س١٣	موجود ص (٣٣)		
س١٤	موجود ص (١٥)		
س١٥	موجود ص (٢٢)		
س١٦	موجود ص (١٢)		
س١٧	موجود ص (١٣)		
س١٨	موجود ص (١٩)		
س١٩	موجود ص (٢١)		
س٢٠	موجود ص (١٧)		





الأسئلة الوزارية الخاصه بالفص الثاني سنة ٢٠١٧

تمهيدي 2017

- علل | قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات الغير انعكاسية كبيرة؟
- سؤال 2-9 (تغير المطلب اصبح مالتاثير على حالة الاتزان وثابت الاتزان)
- سوال 2-14

دور اول 2017

- كيف يتم زيادة انتاج الامونيا في التفاعل الغازي $N_2 + 3H_2 \rightarrow 3NH_3$ من خلال تغير التراكيز والضغط
- مثال 2-1 (تغير ارقام)
- سؤال 2-22

دور ثاني 2017

- سؤال 2-13 (تغير المعادلة فقط)
- علل تتوقف بعض التفاعلات بينما تظهر الاخرى وكأنها متوقفة
- عرف التفاعلات الانعكاسية المتجانسة

دور ثالث 2017

- سؤال 2 – 8
- سؤال 2 – 24
- عرف | التفاعلات غير الانعكاسية

تمهيدي 2018

- سؤال 2 – 21
- عرف | قانون فل الكتلة
- سؤال 2 - 9 (تغير بسيط هنا يطلب التأثير على حالة الاتزان وثابت الاتزان)
- فراغ | تفاعل متزن $Kc = 4$ عند سحب نواتج من خليط الاتزان فأن Kc ....

بعض النصائح المهمه حول الفصل الثالث (الاتزان الآيوني)

المواضيع التي دائما تتكرر في الوزاري في هذا الفصل هي

١- مسائل بفر
٢- مسائل الذوبانية
٣- تعاليل التمذوب (التحلل المائي للاملاح)

اهم شي تحفظ جدول الالكتروليتات القوية والضعيفه (صفحة 3) وذا ماحفظتة تصير مثل الاطرش بالزفه لأن كلشي ماتعرف تحل بهذا الفصل

ملخص الفصل الثالث

تصنف المسائل حسب عدد المواد الموجودة في السؤال

١- مادة واحد : وتكون اما الكتروليت قوي او الكتروليت ضعيف

أ- اذا كانت الكتروليت قوي : يكون تفكك المادة باتجاه واحد ويمكن حساب تراكيز الايونات من المعادلة مباشرة والالكتروليتات القوية ليس لها ثابت تآين ولا درجة تآين

ب- اذا كان الكتروليت ضعيف يكون الحل (معادلة فرضية قانون) مع اهمال قيمة X المطروحه

٢- مادتين : وتكون بفر بدون اضافة

بفر بدون اضافة : نميز نوع بفر (حامض ضعيف وملحه القاعدي او قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي) ونكتب القانون الخاص بنوع بفر ونجد المجهول

٣- ثلاث مواد : ويكون بفر بوجود اضافة حيث نجد تركيز المادة المضافة بعد الاضافة ثم نعمل لها معادلة تفكك ونجد الـ H اذا كان المضاف حامض ونجد OH اذا كان المضاف قاعدة ثم نكتب القانون الخاص ببفر مع وجود اضافة

٤- مسائل الذوبانية : ونميزها من كلمة ذوبانية او من KSP والذوبانيه هي للاملاح الشحيحة (الكتروليتات ضعيفة) ومقسمة الى 6 اقسام في الملزمة وموضحة بالتفصيل)

٥- مسائل التخفيف بالماء : ويكون اضافة الكتروليت قوي الى الماء (موجود بالملزمة بالتفصيل)

الفصل الثالث الاتزان الايوني

3-1 | مقدمة :

❖ تحدث التفاعلات الكيميائية في الغالب في المحاليل ولذلك تعتبر المحاليل مهمه جداً في الكيمياء.

3-2 ‖ المواد الالكتروليتية والمواد غير الالكتروليتية :

- المحلول المائي :- هو مزيج متجانس ناتج من ذوبان مادة مذابة في المذيب .

تقسم المحاليل الى نوعين حسب التوصيلية الكهربائية :

١- المـــــواد الالكتروليتية :- هي المواد التي تكون لمحاليلها المائية القابلية على التوصيل الكهربائي

٢- المواد غير الالكتروليتية :- هي المواد التي ليست لمحاليلها المائية القابلية على التوصيل الكهربائي .

- سؤال | ماهي اهم السمات المميزة للالكتروليتات ؟
- الجواب :

١- قابليتها على التوصيل الكهربائي في حالتها المنصهرة او على شكل محلول .

٢- تكون محاليلها متعادلة كهربائياً حيث تكون محصلة الشحنة لمحاليلها = صفر .

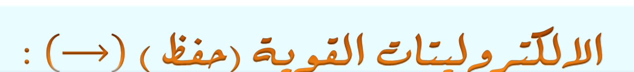
٣- عند ذوبانها في الماء تعطي ايونات موجبة وسالبة .

٤- تعتمد قابلية التوصيل الكهربائي للمحلول الالكتروليتي على طبيعة الايونات وتركيز الايونات ودرجة الحرارة .

❖ ملاحظة || تحدث الاتزان الايوني بين جزئيات المحلول وايوناته في داخل المحلول .

3-3 ‖ الالكتروليتات

الالكتروليتات القوية	الالكتروليتات الضعيفة
وهي المواد التي تكون محاليلها المائية عالية التوصيل الكهربائي (علل) بسبب تفككها التام في محاليلها المائية (→) .	هي المواد التي تكون محاليلها المائية ضعيفة التوصيل الكهربائي (علل) بسبب تفككها الجزئي في محاليلها المائية (⇌) .



الالكتروليتات القوية (حفظ) ($\rightarrow$) :

حامض قوي	قاعدة قوية	املاح ذائبة
HCl حامض الهيدروكلوريك	$NaOH$ هيدروكسيد الصوديوم	$NaCL$
H_2SO_4 حامض الكبريتيك	KOH هيدروكسيد البوتاسيوم	KCl
HNO_3 حامض النتريك	$Ca(OH)_2$ هيدروكسيد الكالسيوم	KNO_3
HBr حامض البروميك	$Ba(OH)_2$ هيدروكسيد الباريوم	Na_2SO_4
H_2CrO_4 حامض الكروميك	$RbOH$ هيدروكسيد الربيديوم	
$HClO_4$ حامض البيروكلوريك		

الالكتروليتات الضعيفة (حفظ) ($\rightleftharpoons$) :

حوامض ضعيفة	قواعد ضعيفة	املاح شحيحه
CH_3COOH حامض الخليك	NH_3 الامونيا	$BaSO_4$
HCN حامض الهيدروسيانيد	C_6H_7N الانلين	$PbSO_4$
$HCOOH$ حامض الفورميك	C_5H_5N البريدين	$AgCl$
HNO_2 حامض النتروز	CH_3NH_2 مثيل امين	$Ba(IO_3)_2$
H_3PO_4 حامض الفسفوريك		
C_6H_5OH الفينول		

ملاحظــات

١- الالكتروليتات القوية ليس لها ثابت تفكك ولا درجة تأين حيث ان جميع المواد المتفاعلة تستهلك لتكوين المواد الناتجة والتفاعل باتجاه واحد ($\rightarrow$)

٢- الالكتروليتات الضعيفة لها ثابت تفكك ودرجة تأين حيث ان جزء من المواد المتفاعلة يستهلك والتفاعل يكون باتجاهين ($\rightleftharpoons$)

٣- اي تفاعل متزن ($\rightleftharpoons$) له ثابت تفكك

٤- القواعد الضعيفة تحتوي على (N) النتروجين .

٥- جميع المركبات العضوية التي تحتوي على مجموعة (OH) هي حوامض ضعيفة .

أ – الالكتروليتات القوية :

تتفكك الالكتروليتات القوية باتجاه واحد فقط ($\rightarrow$) ويمكن حساب تركيز الايونات مباشره من المعادلة حيث ان تركيز الايون يساوي تركيز الالكتروليت القوي مضروب بعدد مولات الايون

$$AB_2 \rightarrow A^+ + 2B^-$$
$$a \quad 0 \quad 0$$
$$0 \quad a \quad 2a$$

$[A] = [AB] * A^+$ عدد مولات $\Rightarrow [A] = [AB] * 1$

$[B] = [AB] * B^-$ عدد مولات $\Rightarrow [B] = [AB] * 2$

❖ مثال 3-1 | احسب التراكيز المولارية لايون Ba^{+2} وايون (OH^-) في محلول $0.03M$ من هيدروكسيد الباريوم

✓ الحل | نكتب معادلة تفكك لقاعدة القوية $Ba(OH)_2$

$$Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$$
$$0.03 \quad 0 \quad 0$$
$$0 \quad 1 * 0.03 \quad 2 * 0.03$$
$$0.03 \quad 0.06$$

$[Ba^{+2}] = 0.03\ M\ , [OH^-] = 0.06$

❖ تمرين 3-1 | احسب تركيز الاصناف الايونية في محاليل المركبات (الكتروليتات القوية) التالية حسب التراكيز المشار اليها ؟

أ) $HBr\ \ 0.2\ M$ ب) $KOH\ \ 0.05\ M$ ج) $CaCl_2\ \ 0.1M$

أ. $HBr \rightarrow H^+ + Br^-$

$0.2 \quad 0 \quad 0$

$0 \quad 0.2 \quad 02$

$[H] = 0.2M \quad , \quad [Br] = 0.2\ M$

ب. $KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$

$0.05 \quad 0 \quad 0$

$0 \quad 0.05 \quad 0.05$

$[K] = 0.05M \ , \quad [OH] = 0.05M$

ج. $CaCl_2 \rightarrow Ca^{+2} + 2Cl^-$

$0.1 \quad 0 \quad 0$

$0 \quad 0.1 \quad 2 * 0.1$

$[Ca^{+2}] = 0.1\ M \quad , \quad [Cl^-] = 0.2\ M$

استراحه || كلماتي

حامض صرتلك يمن انت صرت قاعدة
وبوسط كلبي انصبت من العشك قاعدة
داعش عليه صرت لا بل صرت قاعدة
لازاد غزر ابد ليكون ناقص ملح
ليت احس بس بعد صدكني كافي ملح
جدول الحوامض حفظ وقاعدة وحتى الا ملح
ولاتنسى مي نحط من انفكك القاعدة

ب- الالكتروليتات الضعيفة

تتفكك الالكتروليتات الضعيفة باتجاهين ⇌ وسيكون حساب تراكيز الايونات من خلال الفرضية كما تعلمنا في الفصل الثاني حيث لهذا النوع من الالكتروليتات ثابت اتزان يساوي تراكيز المواد الناتجة على تراكيز المواد المتفاعلة كل منهم مرفوع الى اس يمثل عدد المولات في المعادلة الكيميائية الموزونه

تفكك الالكتروليتات الضعيفة

❖ لقد تعلمنا سابقا يمكن تعريف الحامض والقاعدة حسب نظرية برونشتد

- الحامض :- هو المادة التي لها القابلية على فقدان بروتون لتكوين قاعدة قرينة

قاعدة قرينة + بروتون ⇌ حامض

- القاعدة :- هي المادة التي لها القابلية على اكتساب بروتون لتكوين حامض قرين

حامض قرين ⇌ بروتون + قاعدة

١- الحوامض الضعيفة :- تعد الحوامض الضعيفة الكتروليتات ضعيفة ولذلك فأن عملية تفككها في الوسط المائي تخضع الى حالة اتزان بين الجزيئات غير المتفككة والايونات الناتجة .

- مثال لتفكك حامض الفورميك (حامض ضعيف) $HCOOH \rightleftharpoons H^+ + HCOO^-$
- لكل تفاعل متزن (انعكاسي) هنالك ثابت اتزان (ثابت تفكك)
- ثابت التفكك للحامض الضعيف هو $K_a \Leftarrow K_{acid}$:-

وهو حاصل ضرب التراكيز الايونات الناتجة على تراكيز المواد المتفاعلة $K_a = \frac{[H^+][HCOO^-]}{[HCOOH]}$

- وبصوره عامة لا يذكر الماء في قانون ثابت التفكك K_a لان تركيزه ثابت .

٢- القواعد الضعيفة :-

- وتعرف حسب مفهوم بر ونشتد على انها الصنف الذي له القابلية على اكتساب بروتون وتفكك القواعد الضعيفة باتجاهين اي تفاعل انعكاسي غير تام.

- حيث تفكك الامونيا في الوسط المائي كما في المعادلة: $NH_3 + H - OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$
- وللقواعد الضعيفة ثابت تفكك يدعى $K_b \Leftarrow (K_{base})$:

وهو حاصل ضرب التراكيز للأيونات الناتجة مقسوما على تراكيز المادة المتفاعلة

- $K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$

- **ملاحظة** | كما قلنا سابقا لا ينذكر الماء في قانون ثابت التفكك :

لأن تركيزه يساوي قيمة ثابته = 55.55

- **ملاحظة** | يستخدم الماء H_2O في معادلة تفكك القاعدة الضعيفة لإظهار ايون OH^- في المحلول

خطوات حل مسائل الالكتروليتات الضعيفة

١- نميز الالكتروليت الضعيف هل هو حامض ضعيف ام قاعدة ضعيفة

٢- نكتب معادلة تفكك الالكتروليت الضعيف :

$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$ حامض ضعيف

$B + H - OH \rightleftharpoons HB^+ + OH^-$ قاعدة ضعيفة

٣- نكتب الفرضية كما تعلمنا وتمثل قيمة (X) هي تركيز $[H^+]$ للحامض و $[OH^-]$ للقاعدة

	HA	$\rightleftharpoons H^+$	$+ A^-$
تركيز ابتدائي ←	a	0	0
تغير في التراكيز ←	$-X$	$+X$	$+X$
تركيز النهائي ←	$a - X$	X	X

	B	$+H_2O \rightleftharpoons HB^+$	$+OH^-$
تركيز ابتدائي →	a	0	0
تغير في التراكيز →	$-X$	$+X$	$+X$
تركيز النهائي →	$a - X$	X	X

تهمل

٤- يستعمل اسلوب التقريب وذلك بإهمال قيمة $(-X)$ المطروحة حتى وان كانت معلومة في الحالات الاتية :

أ- اذا كانت قيمة K_b, K_a تساوي 10^{-5} , فما دون 10^{-6} ... 10^{-7} ....

ب- اذا كانت النسبة المئوية للتأين تساوي 5% فما دون 4%, 3%

٥- في حال عدم اهمال قيمة $(-X)$ المطروحة نستخدم طريقة الدستور (لانفكر بيها)

٦- نطبق قانون Ka للحامض الضعيف او Kb للقاعدة الضعيفة ونجد المجهول (H^+ او OH^- او د.ت)

ملاحظات مهمة

❖ درجة التفكك = $\frac{X \text{ المتأين}}{a \text{ الاصلي}}$

❖ النسبة المئوية للتفكك = $\frac{X \text{ المتأين}}{a \text{ الاصلي}} * 100\%$

➕ ويمكن القول ان النسبة المئوية = درجة التفكك * 100%

❖ فائدة اعطاء النسبة المئوية او درجة التفكك هي اما لايجاد المتأين (X) او الاصلي (a)

❖ اتجاه التفاعل دائما امامي اي (X- بالمتفاعلات و X+ بالنواتج)

٧- عدد مرات التخفيف = $\frac{M_1}{M_2}$ بعد التخفيف M_2 و قبل التخفيف M_1

❖ علل تزداد درجة التفكك الالكتروليتات الضعيفة عند التخفيف في محاليلها المائية ؟

✓ الجواب | لان التخفيف يؤدي الى ازاحة موقع الاتزان من موقعة الاصلي وبالتالي حسب قاعدة لوشاتلية يزيد الالكتروليت الضعيف من تفككه ليصل الى حالة اتزان جديده .

درجة التأين :- هي النسبة بين كمية الصنف المذاب (المتأين) عند الاتزان الى كمية الصنف الكلية .

مثال 3-2 | احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي $H^+_{(aq)}$ في $0.1M$ محلول مائي لحامض الخليك اذا علمت ان ثابت تفكك حامض الخليك $1.8 * 10^{-5}$

الحل | نكتب معادلة تفكك الحامض الضعيف ونعمل الفرضية ونطبق قانون K_a

❖ $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

0.1	0	0
$-X$	$+X$	$+X$
$0.1-X$	X	X

تهمل

❖ نلاحظ ان قيمة $K_a = 10^{-5}$ لذلك تهمل قيمة $-X$

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow 1.8 * 10^{-5} = \frac{(X)(X)}{(0.1)}$$

$$X^2 = 1.8 * 10^{-5} * 0.1$$

$$X^2 = 1.8 * 10^{-6}$$ بالجذر

$$X = 1.3 * 10^{-3} = [\mathrm{H}]$$

❖ مثال اضافي | احسب تركيز $[OH^-]$ ودرجة التأين والنسبة المئوية للمحلول المائي للأمونيا الذي تركيزه $= 0.2M$

❖ علما ان ثابت التفكك للقاعدة الضعيفة $K_b = 1.8 * 10^{-5}$

❖ الحل | نكتب معادلة تفكك القاعدة الضعيفة مع الماء ونكتب الفرضية ونطبق قانون K_b

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

NH_3	NH_4^+	OH^-
0.2	0	0
-X	+X	+X
$0.2 - X$ (X تهمل)	X	X

❖ $K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \Rightarrow 1.8 * 10^{-5} = \frac{X^2}{0.2}$

$X^2 = 0.36 * 10^{-5}$ بالجذر

$X = 1.9 * 10^{-3}M = [OH^-]$

❖ درجة التأين $= \frac{X_{التأين}}{a_{الاصلي}} = \frac{1.9*10^{-3}}{0.2} = 95 * 10^{-4}$

❖ النسبة المئوية للتأين = درجة التأين * 100%

$= 95 * 10^{-4} * 100\%$

$= 0.95\%$

❖ تمرين 3 – 2 | احسب تركيز OH^- للمحلول المائي للانلين C_6H_7N $(K_b = 3.8 * 10^{-10})$ الذي تركيزه يساوي $0.1\ M$

❖ الحل |

$$C_6H_7N + H_2O \rightleftharpoons C_6H_7NH^+ + OH^-$$

C_6H_7N	$C_6H_7NH^+$	OH^-
0.1	0	0
-X	+X	+X
$0.1 - X$ (X تهمل)	X	X

❖ $K_b = \frac{[C_6H_7NH^+][OH^-]}{[C_6H_7N]}$

❖ $3.8 * 10^{-10} = \frac{X^2}{0.1} \Rightarrow X^2 = 38 * 10^{-12}$ بالجذر

$X = 6.2 * 10^{-6} = [OH^-]$

❖ **تمرين 3 – 3 |** محلول من حامض الهيدروسيانيك $K_a = 4.9 * 10^{-10}$ الذي تركيزة يساوي 0.1 M احسب 1- تركيز H^+ 2- درجة التفكك 3- النسبة المؤية للتفكك

❖ **الحل |**

$$\begin{array}{cccc} HCN & \rightleftharpoons & H^+ & + CN^- \\ 0.1 & & 0 & 0 \\ -X & & +X & +X \\ 0.1 - X & & X & X \end{array}$$

تهمل

❖ $K_a = \frac{[CN][H^+]}{[HCN]} \Rightarrow 4.9 * 10^{-10} = \frac{(X)^2}{0.1} \Rightarrow X^2 = 49 * 10^{-12} \Rightarrow X = 7 * 10^{-6}$

درجة التفكك $= \frac{X_{التأين}}{a_{الاصلي}} = \frac{7*10^{-6}}{0.1} = 7 * 10^{-5}$

النسبة المئوية = درجة التفكك * 100%

النسبة المئوية للتفكك = $7 * 10^{-5}$ * 100% = $7 * 10^{-3}$%

4-3 | التأين الذاتي للماء

هو تفاعل كيميائي يتم فيه انتقال بروتون من جزيء ماء الى جزيء ماء اخر لتكوين ايون الهيدرونيوم H_3O^+ وايون OH^- وتعد هذه العملية برتنة ذاتية وهي المسؤولة عن الصفة الامفوتيرية للماء .

- $H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$
- $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$ ← او بشكل ابسط

✚ بما انه لكل تفاعل متزن ثابت اتزان او ثابت تفكك

- ثابت التفكك لهذا التفاعل هو $K_w \Leftarrow K_{water}$:
- $K_w = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$
- بما ان تركيز الماء H_2O قيمة ثابتة لذلك يهمل :
- $K_w = [H^+][OH^-]$
- وجد علميا ان تركيز $[H^+], [OH^-]$ في الماء النقي يساوي (10^{-7})
- $K_w = 10^{-7} * 10^{-7} \Rightarrow K_w = 10^{-14}$

- يمكن تعويض القيمة في المعادلة اعلاه :

$$10^{-14} = [H^+][OH^-]$$

$$[H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^+]} \quad \Leftrightarrow \quad [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]}$$

- تستخدم هذه العلاقة لايجاد $[H^+]$ بدلالة $[OH^-]$ وبالعكس

- انتبه | وين ماعندك $[H^+]$ وتريد $[OH^-]$ او بالعكس نستخدم هذه العلاقة $10^{-14} = [H^+][OH^-]$

ملاحظة | | اذا طلب H^+ و OH^- لمحلول حامض فان الحامض يمكن ان نستخرج منه H^+ اما تركيز ال OH^- يمكن ايجاده من معادلة التأين الذاتي للماء $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]}$

اما اذا طلب H^+, OH^- لمحلول قاعدي فأن القاعدة يمكن ان تستخرج منها تركيز OH^- اما تركيز ال H^+ يمكن ايجاده من معادلة التأين الذاتي للماء $[H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^+]}$

❖ مثال 3 – 3 | احسب تراكيز ايونات OH^-, H^+ في $0.05\ M$ من محلول حامض النتريك ؟

✓ الحل | | اعطى حامض قوي لذلك نستخرج H^+ من معادلة تفكك الحامض القوي و OH^- من قانون $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]}$

$$HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$$

0.05	0	0
0	0.05	0.05

❖ $[H^+] = 0.05 \Rightarrow [H^+] = 5 * 10^{-2}$

❖ $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]} \Rightarrow [OH^-] = \frac{1*10^{-14}}{5*10^{-2}}$

$[OH^-] = 2 * 10^{-13} M$

❖ تمرين 3 – 4 | احسب تركيز ايونات الهيدروجين H^+ المائية في محلول يحتوي على ايونات الهيدروكسيد المائية بتراكيز : أ) $0.01\ M$ ب) $2 * 10^{-9}\ M$

✓ الحل | انتبه هنا اعطى تراكيز $[OH^-]$ جاهزة ولاستخراج تركيز $[H^+]$ نستخدم القانون $[H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]}$ في كل مرة

أ- $0.01\ M \Leftrightarrow 1 * 10^{-2} \Rightarrow [H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} \Rightarrow [H^+] = \frac{1*10^{-14}}{1*10^{-2}} = 1 * 10^{-12} M$

ب- $2 * 10^{-9} M \Rightarrow [H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} \Rightarrow [H^+] = \frac{1*10^{-14}}{2*10^{-9}} = 5 * 10^{-6} M$

❖ سؤال اضافي واجب | احسب تركيز $[OH^-], [H^+]$ في محلول $0.02M$ من حامض الخليك
❖ اذا علمت ان ثابت التفكك للحامض يساوي $1.8 * 10^{-5}$

✓ الحل |

الجواب $[OH^-] = 16 * 10^{-12}, [H^+] = 6 * 10^{-4}$ ✓

❖ 3 – 5 | الأس الهيدروجيني

- نلجأ الى استعمال الدالة الحامضية (الاس الهيدروجيني)
  بسبب التراكيز الصغيره جدا ل OH^-, H^+
- $PH =$ الدالة الحامضية
- $POH =$ الدالة القاعدية
- $PH = -log10[H^+] \quad \Leftrightarrow \quad [H^+] = 10^{-PH}$
- $POH = -log[OH^-] \quad \Leftrightarrow \quad [OH^-] = 10^{-POH}$

العلاقة التي تربط POH, PH

- $10^{-14} = [H^-][OH^-]$
- نأخذ log لطرفي المعادلة
- $log10^{-14} = log[H^+] + log[OH^-]$
- نضرب المعادة في (-1)
- $-log10^{-14} = -log[H^+] - log[OH^-]$
  $14 = PH + POH$
  $PH + POH = 14$
- هذه المعادلة تستخدم لايجاد PH بدلالة POH او العكس

$PH < 7 \leftarrow 7 \rightarrow PH > 7$

حامضي ← متعادل → قاعدي

المحلول	الحالة العامة	عند $25°C$
حامضي	$PH < POH$	$PH < 7 < POH$
متعادل	$PH = POH$	$PH = 7 = POH$
قاعدي	$PH > POH$	$PH > 7 > POH$

ملاحظة مهمة || العلاقة بين POH, PH دائما عكسية .

ملاحظة مهمة || العلاقة بين OH^-, H^+ دائما عكسية .

- ملاحظة مهمة $X = 10^{-PX}$, $PX = -logX$
- ملاحظة مهمة || في المحاليل المتعادلة $PH = POH = 7$ و $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$
- انتبه || شايف POH, PH, OH, H بس عندك واحد منهم تكدر تطلعهم كلهم

		PH=-Log[H]		
$[H^+] = \frac{1*10^{-14}}{[OH^-]}$	$[H^+]$	$[H^+] = 10^{-PH}$	PH	$PH = 14 - POH$ $POH = 14 - PH$
$[OH^-] = \frac{1*10^{-14}}{[H^+]}$	$[OH^-]$	$[OH^-] = 10^{-POH}$	POH	
		POH=-Log [OH]		

- مراجعة لبعض قوانين اللوغارتيم العشري

1- $PX = -logX \Leftrightarrow X = 10^{-PX}$

2- $logX * Y = logX + logY$

$log5 * 4 = log5 + log4$

3- $log\frac{X}{Y} = logX - logY$

$log\frac{5}{4} = log5 - log4$

4- $log10^X = X \Rightarrow log10^{-2} = -2,\quad log10^4 = 4$

- ملاحظة || لأيجاد عدد اساسة 10 وأسة عدد عشري سالب .

١- نأخذ اكبر رقم قريب على الأس العشري السالب نظيفه ونطرحه من الأس

٢- نأخذ معكوس قاعدة عند الضرب تجمع الأسس

٣- ستظهر قيمة اس عشري سالب من جديد يكون معطى في السؤال قيمته ونعوضه للتخلص من الأس العشري

❖ مثال | توضيحي جد قيمة $10^{-3.4}$

١- نأخذ اكبر رقم قريب للأس نظيفه ونطرحه (4) $10^{-3.4+4-4} \Rightarrow 10^{(0.6)-4}$

٢- نأخذ معكوس قاعدة عند الضرب تجمع الأسس $10^{0.6} * 10^{-4}$

٣- نعوض قيمة log المعطى في السؤال مكان $10^{0.6} \Leftarrow$ $log4 = 0.6$

10 مع log يختصر $10^{log4} * 10^{-4} \Rightarrow 4 * 10^{-4}$

❖ مثال | توضيحي جد قيمة $10^{-2.3}$

1- $10^{-2.3+3-3} \Rightarrow 10^{(-2.3+3)-3}$

2- $10^{0.7-3} \Rightarrow 10^{0.7} * 10^{-3}$ $\qquad log5 = 0.7$

3- $10^{log5} * 10^{-3} \Rightarrow 5 * 10^{-3}$

ملاحظة هذه اللوغارتمات حفظ	
$log7 = 0.84$ $log8 = 0.9$ $log9 = 0.95$ $log10 = 1$ $log100 = 2$ $log1000 = 3$	$log1 = 0$ $log2 = 0.3$ $log3 = 0.47$ $log4 = 0.6$ $log5 = 0.7$ $log6 = 0.78$

❖ مثال 3 – 4 | احسب قيمة PH محلول يكون فيه تركيز ايونات H^+ يساوي $0.05M$

علما إن $log5 = 0.7$



✓ الحل |



$$PH = -log[H^+]$$
$$PH = -log5 * 10^{-2}$$
$$PH = -(log5 + log10^{-2})$$
$$PH = -(0.7 + (-2))$$
$$PH = -(-1.3) \Rightarrow PH = 1.3$$

ملاحظة مهمة || دائماً قيمة PH , POH موجبة ونادراً تكون سالبة ضمن المنهج

❖ مثال 3 – 5 | اذا كانت قيمة PH محلول تساوي 3.301 فكم يكون تركيز H^+ فيه

علماً ان $log5 = 0.7$

✓ الحل |

$$[H^+] = 10^{-PH}$$
$$[H^+] = 10^{-3.301} \Rightarrow [H^+] = 10^{(-3.301+4)-4}$$
$$[H^+] = 10^{0.7-4} \Rightarrow [H^+] = 10^{0.7} * 10^{-4}$$
$$[H^+] = 10^{log5} * 10^{-4}$$
$$[H^+] = 5 * 10^{-4}$$

تمرين 3 – 5 | احسب قيمة الدالة الحامضية PH للمحاليل الاتية

أ- : $6 * 10^{-4}\ mol/L$ من حامض الهيدروكلوريك

ب- $0.03\ mol/L$ من حامض الكبريتيك علما ان $log6 = 0.78$

✓ الحل | نستخرج تركيز H^+ كما تعلمنا من تفكك الحامض القوي

أ-

HCL	$\rightarrow$	H^+	$+$	Cl^-
$6 * 10^{-4}$		0		0
0		$6 * 10^{-4}$		$6 * 10^{-4}$

- $[H^+] = 6 * 10^{-4}$
- $PH = -log[H^+] \Rightarrow PH = -log6 * 10^{-4}$

$PH = -(log6 + log10^{-4})$

$PH = -(0.78 - 4) \Rightarrow PH = -(-3.22)$

$PH = 3.22$

ب- $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$

H_2SO_4	$2H^+$	SO_4^{-2}
0.03	0	0
0	0.06	0.03

- $[H^+] = 0.06 \Leftrightarrow [H^+] = 6 * 10^{-2}$
- $PH = -log[H^+] \Rightarrow PH = -log6 * 10^{-2}$

$PH = -(log6 + log10^{-2})$

$PH = -(0.78 - 2) \Rightarrow PH = -(-1.22)$

$PH = 1.22$

❖ تمرين 3 – 6 | اذا علمت ان PH محلول حامض النتريك يساوي 3.3 ماهي مولارية المحلول

علما ان $log4.7 = 0.7$

✓ الحل | | نستخرج تركيز $[H^+]$ ثم نجد مولاريه المحلول

❖ $[H^+] = 10^{-PH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-3.3}$

$[H^+] = 10^{-3.3+4-4} \Rightarrow [H^+] - 10^{0.7-4}$

$[H^+] = 10^{0.7} * 10^{-4} \Rightarrow [H^+] = 10^{log4.7} * 10^{-4}$

$[H^+] = 4.79 * 10^{-4}$

HNO_3	$\rightarrow H^+$	$+$	NO_3^-
a	0		0
0	$4.7 * 10^{-4}$		$4.7 * 10^{-4}$

$[HNO_3] = [H^+] = 4.7 * 10^{-4}$

❖ تمرين3 – 7| اكمل الجدول الاتي هل وجدت علاقة واضحة بين قيم PH, POH لكل محلول ماهي ؟

المحلول	$[H^+]$	$[OH^-]$	PH	POH
$0.1\,M \quad HI$				
$0.06\,M \quad KOH$				
$0.02M \quad Ba(OH)_2$				
$0.0003M \quad H_2SO_4$				

✓ الحل | نجد POH, PH, OH, H لكل محلول

HI	$\rightarrow$ H^+	$+$ I^-
0.1	0	0
0	0.1	0.1

- $[H^+] = 0.1 \Leftrightarrow [H^+] = 1 * 10^{-1}$
- $[OH^-] = \frac{1*10^{-14}}{[H^+]} \Rightarrow [OH^-] = \frac{1*10^{-14}}{1*10^{-1}} = 1 * 10^{-13}$
- $PH = -log[H^+] \Rightarrow PH = -log1 * 10^{-1}$
  $PH = -(log1 + log10^{-1})$
  $PH = -(0 - 1) \Rightarrow PH = -(-1)$
  $PH = 1$
- $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 0.82 = 13.18$
- العلاقة بين PH, POH عكسية وبين H, OH عكسية ∵

KOH	$\rightarrow$ K^+ +	OH^-
0.06	0	0
0	0.06	0.06

- $[OH^-] = 0.06 \Leftrightarrow [OH^-] = 6 * 10^{-2}$
- $[H^+] = \frac{1*10^{-14}}{[OH^-]} \Rightarrow [H^+] = \frac{1*10^{-14}}{6*10^{-2}} = 1.67 * 10^{-12}$
- $POH = -log[OH^-] \Rightarrow POH = -log6 * 10^{-2}$
  $POH = -(log6 + log10^{-2})$
  $POH = -(0.78 - 2) \Rightarrow POH = -(-1.22)$
  $POH = 1.22$
- $PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 1.22 = 12.78$
- العلاقة بين PH, POH عكسية وبين H, OH عكسية ∵

$Ba(OH)_2 \rightarrow$	$Ba^+ +$	$2OH^-$
0.02	0	0
0	0.02	0.04

- $[OH^-] = 0.04 \Leftrightarrow [OH^-] = 4 * 10^{-2}$
- $[H^+] = \frac{1*10^{-14}}{[OH^-]} \Rightarrow [H^+] = \frac{1*10^{-14}}{4*10^{-2}} = 25 * 10^{-14}$
- $POH = -log[OH^-] \Rightarrow POH = -log4 * 10^{-2}$
  $POH = -(log4 + log10^{-2})$
  $POH = -(0.6 - 2) \Rightarrow POH = -(-1.4)$
  $POH = 1.4$
- $PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 1.4 = 12.6$
- العلاقة بين POH, PH عكسية وبين OH, H عكسية ::

$H_2SO_4 \rightarrow$	$2H^+ +$	$SO_4{}^-$
0.0003	0	0
0	0.0006	0.0003

- $[H^+] = 0.0006 \Leftrightarrow [H^+] = 6 * 10^{-4}$
- $[OH^-] = \frac{1*10^{-14}}{[H^+]} \Rightarrow [OH^-] = \frac{1*10^{-14}}{6*10^{-4}} = 16 * 10^{-12}$
- $PH = -log[H^-] \Rightarrow PH = -log6 * 10^{-4}$
  $PH = -(log6 + log10^{-4})$
  $PH = -(0.78 - 4) \Rightarrow PH = -(-3.22)$
  $PH = 3.22$
- $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 3.22 = 10.78$
- العلاقة بين POH, PH عكسية وبين OH, H عكسية ::

استراحه || كلماتي

عليه ايام صعبة وزين وللن

الرجعتهن صرخت اللا و اللن

ترى قيمة الجذر واللوك واللن

ينطوهه الوزاري اهل الحميه

❖ سؤال 3 – 22| احسب التغيير في الاس الهيدروجيني للفينول C_6H_5OH الذي تركيزة 0.2M $(K_a = 1.3 * 10^{-10})$ بعد تخفيفه بالماء 100 مره

✓ الحل |

❶

$$C_6H_5OH \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H^+$$

C_6H_5OH	$C_6H_5O^-$	H^+
0.2	0	0
-X	+X	+x
$0.2 - x$ (لا تهمل)	X	X

❖ $K_a = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]} \Rightarrow 1.3 * 10^{-10} = \frac{X^2}{0.2}$

$X^2 = 0.26 * 10^{-10}$ بالجذر

$X = 5.1 * 10^{-6} = [H]$

❖ $PH = -log[H^+] \Rightarrow PH = -Log5.1 * 10^{-6}$

$PH = -(log5.1 + log10^{-6})$

$PH - (0.7 + (-6)) \Rightarrow PH = -(-5.3)$

$PH = 5.3$

❷ بعد التخفيف 100 مره

$$M_2 = \frac{M_1}{\text{عدد مرات التخفيف}} \Rightarrow M_2 = \frac{0.2}{100} = 0.002$$

$$C_6H_5OH \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H^+$$

C_6H_5OH	$C_6H_5O^-$	H^+
0.002	0	0
-X	+X	+x
$0.002 - x$ (لا تهمل)	X	X

❖ $K_a = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]} \Rightarrow 1.3 * 10^{-10} = \frac{X^2}{0.002}$

$X^2 = 0.26 * 10^{-12}$ بالجذر

$X = 5.1 * 10^{-7} = [H]$

❖ $PH = -log[H^+] \Rightarrow PH = -5.1 * 10^{-7}$

$PH = -(log5.1 + log10^{-7})$

$PH - (0.7 + (-7)) \Rightarrow PH = -(-6.3)$

$PH = 6.3$

❖ $\Delta PH = PH2 - PH1 = 6.3 - 5.3 = 1$

❖ **مثال 3 − 6** | احسب $[H], [OH], PH, POH$ لمحلول حامض لهيدروكلوريك بتركيز $0.015\ M$ ؟ علما ان $log15 = 1.18$

✓ **الحل** || انتبه اذا استخرجنا H^+ من الحامض نستطيع ايجاد $POH, PH, OH,$

HCl	$\rightarrow H^+ +$	Cl^-
0.015	0	0
0	0.015	0.015

❖ $[H^+] = 0.015 \Leftrightarrow [H^+] = 15 * 10^{-3}$

❖ $[OH^-] = \frac{1*10^{-14}}{[H^+]} \Rightarrow [OH^-] = \frac{1*10^{-14}}{15*10^{-3}} = 67 * 10^{-14}$

❖ $PH = -log[H^+] \Rightarrow PH = -log15 * 10^{-3}$

$PH = -(log15 + log10^{-3})$

$PH - (1.18 + (-3)) \Rightarrow PH = -(-1.82)$

$PH = 1.82$

❖ $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 1.82 = 12.18$

❖ **تمرين 3 − 8** | احسب قيم $[H], [OH], PH, POH$ للمحلول المائي لـ $Ca(OH)_2$ تركيزه 0.015 **هل المحلول حامضي ام قاعدي ولماذا ؟**

✓ **الحل** | نجد تركيز OH من تفكك $Ca(OH)_2$ ثم نجد $[H], PH, POH$

$Ca(OH)_2$	$\rightarrow Ca^+ +$	$2OH^-$
0.015	0	0
0	0.015	0.03

- $[OH^-] = 0.03 \Leftrightarrow [OH^-] = 3 * 10^{-2}$
- $[H^+] = \frac{1*10^{-14}}{[OH^-]} \Rightarrow [H^+] = \frac{1*10^{-14}}{3*10^{-2}} = 33 * 10^{-14}$
- $POH = -log[OH^-] \Rightarrow POH = -log3 * 10^{-2}$

  $POH = -(log3 + log10^{-2})$

  $POH - (0.47 + (-2)) \Rightarrow POH = -(-1.53)$

  $POH = 1.53$
- $PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 1.53 = 12.47$
- **المحلول قاعدي لأن $PH > 7$**

▪ **ملاحظة** || في حال كان المطلوب ايجاد كتلة الالكتروليت القوي او الضعيف كما في سؤال (3-3) و سؤال (3-15) .

يجب ان نستخرج مولارية الالكتروليت (M)

ونطبق قانون : $m_{(g)} = M_{(mol/L)} * M_{(g/mol)} * V_{(L)}$

❖ مثال 7-3 | احسب PH لمحلول للأمونيا بتركيز $= 0.18M$
علما ان ثابت تأينها يساوي $K_b = 1.8 * 10^{-5}$
علما ان Log 1.8= 0.26

❖ الحل | نكتب معادلة تفكك القاعدة الضعيفة مع الماء ونكتب الفرضية ونطبق قانون K_b ونجد [OH] ثم POH ثم PH

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

0.18		0	0
-X		+X	+X
$0.2 - X$ تهمل		X	X

❖ $K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \Rightarrow 1.8 * 10^{-5} = \frac{x^2}{0.18}$

$X^2 = 3.24 * 10^{-6}$ بالجذر

$X = 1.8 * 10^{-3}M = [OH^-]$

- $POH = -log[OH^-] \Rightarrow POH = -log1.8 * 10^{-3}$

  $POH = -(log1.8 + log10^{-3})$

  $POH - (0.26 + (-3)) \Rightarrow POH = -(-2.74)$

  $POH = 2.74$

- $PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 2.74 = 11.26$



- سؤال 3 – 3 | ماعدد غرامات CH_3COOH $(M = 60\ g/mol)$ الواجب اضافتها الى $250ml$ من الماء المقطر ليصبح PH المحلول بعد الاضافة 2.7 ؟ علما بأن PK_a =4.74

❖ علما ان $log1.8 = 0.26\ , log2 = 0.3$

✓ الحل | لأيجاد كتلة الحامض يجب ان نجد مولاريته (M)

- $[H^+] = 10^{-PH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-2.7}$
  $[H^+] = 10^{(-2.7+3)-3} \Rightarrow [H^+] = 10^{0.3-3}$
  $[H^+] = 10^{0.3} * 10^{-3} \Rightarrow [H^+] = 10^{log2} * 10^{-3}$
  $[H^+] = 2 * 10^{-3}$
- $K_a = 10^{-PK_a} \Rightarrow K_a = 10^{-4.74}$
  $K_a = 10^{-4.74+5-5} \Rightarrow K_a = 10^{0.26-5}$
  $K_a = 10^{0.26} * 10^{-5} \Rightarrow K_a = 10^{-log1.8} * 10^{-5}$
  $K_a = 1.8 * 10^{-5}$

CH_3COOH	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	$+$	H^+
a		0		0
$-2 * 10^{-3}$		$+2 * 10^{-3}$		$+2 * 10^{-3}$
$a - 2 * 10^{-3}$		$2 * 10^{-3}$		$2 * 10^{-3}$

- $a - 2 * 10^{-3}$ ← تهمل لان قيمة $10^{-5} = K_a$
- $K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]}$

  $1.8 * 10^{-5} = \frac{(2 * 10^{-3})^2}{a} \Rightarrow a = \frac{(2 * 10^{-3})^2}{1.8 * 10^{-5}}$
- $a = \frac{4*10^{-6}}{1.8*10^{-5}} = 0.22M = [CH_3COOH]$
- $V(L) = 250ml * \frac{1}{1000L/ml} = 0.250L$
- $m_{(g)} = M_{(\frac{mol}{L})} * M_{(g/mol)} * V_{(L)}$
  $m_{(g)} = 0.22 * 60 * 0.250$
  $m_{(g)} = 3.3g$

استراحه || كلماتي

اذا اكمشك اكتلك خوش كتله
وعلى كلبي الحزن مصفوف كتله
احسب التركيز اذا المطلوب كتله
لأن ماتطلع الكتله ابدون تركيز
وركز من تحل فدنوب تركيز
الكتلة تنحسب بس كون تركيز
المادة ايصير مابين اديه

❖ سؤال 3 – 15 | كم هي كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم $(M = 56g/mol)$ اللازم اضافتها الى 200ml من الماء لتصبح قيمة PH المحلول الناتج تساوي 11 ؟

✓ الحل | | نجد تركيز القاعدة KOH ثم نجد الكتلة

- $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 11 = 3$
  $[OH^-] = 10^{-POH} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-3}$
- $KOH \rightarrow K^+ + OH^-$
  $10^{-3} \quad 0 \quad 0$
  $0 \quad 10^{-3} \quad 10^{-3}$
  $a = 10^{-3} \Leftrightarrow [OH^-] = [KOH] = 10^{-3}$
  $$V(L) = 200ml * \frac{1}{1000\ ml/L} = 0.2(L)$$
  $m_{(g)} = M_{mol/L} * M_{g/L} * V_{(L)}$
  $m_{(g)} = 10^{-3} * 56 * 0.2 = 0.0112(g)$

❖ سؤال واجب | ما كتلة حامض النتريك $(M = 63\ g/mol)$ الواجب اضافتها الى 300ml من الماء المقطر ليصبح PH المحلول يساوي 3

الحل |

✓ الجواب | $0.0189\ (g)$

❖ 3 – 6 | التحلل المائي للأملاح

التحلل المائي :- هو تفاعل المادة مع الماء المستعمل لأذابتها وتتضمن بعض تفاعلات التحلل المائي التفاعل مع OH^-, H^+

- يتضمن احد انواع التحلل المائي تفاعل الجذر السالب من الحامض (القاعده القرينة) (A^-) مع جزيء الماء لتكوين جزيء الحامض الضعيف غير التأين (المتفكك) حيث يؤدي الى اضطراب الاتزان بين ايونات OH^-, H^+ وتكوين محلول قاعدي

- $A^-_{(aq)} + H_2O_{(L)} \rightleftharpoons HA_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

زيادة في OH ليصبح المحلول قاعدي + حامض ضعيف ⇌ جذر سالب للحامض الضعيف

$CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(L)} \rightleftharpoons CH_3COOH_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

- يتضمن التحلل المائي نوع اخر هو تفاعل الجذر الموجب من القاعدة الضعيفة (حامض قرين) مع جزيء الماء

$B^+_{(aq)} + H_2O_{(L)} \rightleftharpoons BOH_{(aq)} + H^+_{(aq)}$

زيادة في H^+ ليصبح المحلول حامضي + قاعدة ضعيفه ⇌ جذر موجب للقاعدة الضعيفه

$NH_{4(aq)} + H_2O_{(L)} \rightleftharpoons NH_4OH_{(aq)} + H^+_{(aq)}$

- **ملاحظة ||** الملح يكون ناتج من اتحاد الجزء الموجب من القاعدة مع الجزء السالب من الحامض .
- **أنتبه ||** احنه نعرف اي مركب يتكون من جزء موجب وجزء سالب .هنا في الملح يكون الجزء الموجب منه جاي من القاعدة والجزء السالب جاي من الحامض .

يعني اي ملح نكدر نعرفه حامضي لو قاعدي نشوف الجزء الموجب (لازم قاعدة) قاعدة ضعيفه لو قويه . ونشوف الجزء السالب (لازم حامض) حامض قوي لو ضعيف .

1- $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

Na من NaOH قاعدة قوية

Cl من HCl حامض قوي

∵ NaCl ملح من قاعدة قويه وحامض قوي (ملح متعادل)

2- $NaCN \rightarrow Na^+ + CN^-$

Na من NaOH قاعدة قوية

CN من HCN حامض ضعيف

∵ NaCN ملح من قاعدة قويه وحامض ضعيف (ملح قاعدي)

3- $NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$

NH_4 من NH_4OH قاعدة ضعيفة

Cl من HCl حامض قوي

∵ NH_4Cl ملح من قاعدة ضعيفة وحامض قوي (ملح حامضي)

انتبة || يسمى ملح قاعدي اذا كان الملح مكون من حامض ضعيف وقاعدة قوية

و يسمى ملح حامضي اذا كان الملح مكون من حامض قوي وقاعدة ضعيفة

ويسمى ملح متعادل اذا كان الملح مكون من حامض قوي وقاعدة قوية

أنواع الأملاح

١- املاح لقواعد قوية وحوامض قوية
٢- املاح لقواعد قويه وحوامض ضعيفة
٣- املاح لقواعد ضعيفة وحوامض قوية
٤- املاح لقواعد ضعيفة وحوامض ضعيفة

- وسنتطرق لكل نوع منها بشكل مختصر :

١- املاح لقواعد قوية وحوامض قوية

هي املاح ناتجة من اتحاد الايون الموجب للقاعدة القوية مع الايون السالب للحامض القوي وتكون هذه الاملاح متعادلة وذلك لان ليس لأيوناتها الموجبة ولا السالبة القابلية على التفاعل مع الماء بشكل ملحوظ .

- علل | عند اذابة كلوريد الصوديوم NaCl في الماء لا يؤثر على PH الماء ؟
- الجواب | لأنه ملح مشتق من حامض قوي وقاعدة قوية ليس لأيونه الموجب Na^+ (حامض ضعيف قرين) و لا ايونه السالب Cl^- التفاعل مع الماء بشكل ملحوظ .

علل واجب | عند اذابة كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 في الماء لا يؤثر على PH الماء ؟

الجواب |

ملاحظات ||

- لكل حامض ضعيف قاعدة قرينة قوية
- لكل حامض قوي قاعدة قرينه ضعيفة
- لكل قاعدة قوية حامض قرين ضعيف
- لكل قاعدة ضعيفة حامض قرين قوي

ملاحظة | للملح المتعادل $PH = 7$, $[OH^-] = [H^+] = 10^{-7}$

ملاحظة | القرين هو عكس الصفة وعكس القوة (الحامض قرينه قاعدة) (الضعيف قرينه القوي)

استراحه || كلماتي

ابوسط بحرك احس بيه بلم لاح
وعفتني المشكلة يمكن بالاملاح
التعاليل التي توجد بالاملاح
وزاري وكل سنه واعتب عليه

٢- املاح لقواعد قوية وحوامض ضعيفة

عند اذابة املاح مشتقة من قواعد قوية وحوامض ضعيفة في الماء يكون المحلول قاعدي بسبب قابلية الايون السالب العائد الى الحامض الضعيف (قاعدة قرينه قويه) مع H^+ من الماء ليكون الحامض الضعيف وتحصل زيادة في تركيز OH^-.

- علل | عند ذوبان CH_3COONa في الماء يكون المحلول قاعدي (تزداد PH)؟
  - الجواب | لأن CH_3COONa ملح مشتق من حامض ضعيف وقاعدة قويه لذلك عند ذوبانه في الماء يتفاعل الايون السالب العائد الى الحامض الضعيف (قاعدة قرينه قويه) مع H^+ من الماء ليكون الحامض الضعيف وتحصل زيادة في تركيز OH^-.
  - $CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na$
  - $CH_3COONa + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$
- انتبه || الطرف القوي في الملح لا يتفاعل مع الماء
  الطرف الضعيف في الملح يتفاعل مع الماء
- علل || واجب | عند اذابة KCN في الماء يكون المحلول قاعدي (تزداد PH)؟
  الجواب |

٣- املاح لقواعد ضعيفة وحوامض قوية

هي املاح مشتقة من قاعدة ضعيفة وحامض قوي وعند اذابة هذا النوع من الاملاح في الماء يكون المحلول حامضي بسبب قابلية الايون الموجب للملح العائد للقاعدة الضعيفة على التفاعل مع ايونات OH^- من الماء لتكوين القاعدة الضعيفة وتحصل زيادة في تركيز H^+

- علل | عند ذوبان NH_4Cl في الماء يكون المحلول حامضي (تقل PH) ؟
- الجواب | لأنه ملح مشتق من حامض قوي وقاعدة ضعيفة لذلك يتفاعل الايون الموجب للملح العائد للقاعدة الضعيفة مع OH^- للماء لتكوين القاعدة الضعيفة وتحصل زيادة في H^+ لذلك يصبح المحلول حامضي .
  - $NH_4Cl \rightarrow NH_4^- + Cl^-$
  - $NH_4 + H_2O \rightleftharpoons NH_4OH + H^+$
- ❖ علل واجب | عند اذابة $(NH_4)_2SO_4$ في الماء يكون المحلول حامضي (تقل PH) ؟
  الجواب ||

❖ 3 – 7 | المحاليل المنظمة (محاليل بفر)

هو مزيج مكون من حامض ضعيف وملحة القاعدي او من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي ويكون لهذا المزيج القابلية على مقاومة التغير في الاس الهيدروجيني PH عند اضافة كميات صغيره من حامض قوي او قاعدة قوية .

- يكون محلول بفر نوعين :

١- حامض ضعيف وملحه القاعدي

٢- قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي

- **النوع الاول :-** بفر مكون من حامض ضعيف وملحة القاعدي
- **حالاته الثلاثة :**

١- اذا كان في المحلول حامض ضعيف وملحة القاعدي بدون اضافة :

$$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$$
$$CH_3COONa \longrightarrow CH_3COO^- + Na^+$$

- يكون قانونه بالصورة الاتية :

salt = ملحه القاعدي

acid = حامض ضعيف

$$PH = PK_a + \log\frac{salt}{acid}$$
$$[H^+] = K_a * \frac{[acid]}{[salt]}$$

٢- عند اضافة حامض قوي :

حامض ضعيف	CH_3COOH	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	+	H^+	
ملحه القاعدي	CH_3COONa	$\rightarrow$	CH_3COO^-	+	Na^+	زيادة في H^+
حامض قوي	HCl	$\rightarrow$	Cl^-	+	H^+	

- عند اضافة حامض قوي الى محلول بفر مكون من حامض ضعيف وملحة القاعدي فان الحامض القوي سوف يطلق ايونات H^+ في المحلول وبالتالي سوف تحصل زيادة في $[H^+]$ في المحلول (بسبب وجود H^+ من الحامض الضعيف) لذلك يرجع الحامض الضعيف التفاعل الخلفي للتخلص من الزيادة في تركيز $[H^+]$ لذلك يزداد تركيز الحامض مقدار $[H^+]$ ويقل تركيز الملح مقدار H^+
- ويصبح القانون :

$$PH = PK_a + \log\frac{[salt]-[H^+]}{[acid]+[H^+]}$$

- انتبه || خاف ما فهمت هاي الهوسه وما عرفت ليش الزيادة للحامض والنقص من الملح . شوف عندك بالاناء طرف حامضي الي هو الحامض الضعيف وطرف قاعدي الي هو الملح القاعدي انضاف حامض المهم منو يزيد طبعا الطرف الحامضي يزيد الي هو الحامض الضعيف .

٣- عند اضافة قاعدة قوية

حامض ضعيف	CH_3COOH	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	+	H^+	
ملحه القاعدي	CH_3COONa	$\rightarrow$	CH_3COO^-	+	Na^+	H_2O
قاعدة قوية	$NaOH$	$\rightarrow$	Na^+	+	OH^-	

- عند اضافة قاعدة قوية الى محلول بفر مكون من حامض ضعيف وملحه القاعدي فان القاعدة القوية ستطلق ايونات OH^- في المحلول والتي تتفاعل مع H^+ من الحامض الضعيف وتكون الماء لذا يحصل نقص في تركيز $[H^+]$ فيزيد الحامض الضعيف من تفككه ويرجع التفاعل الامامي لسد النقص الحاصل في H^+ لذلك يقل الحامض الضعيف بمقدار OH^- ويزداد الملح القاعدي بمقدار OH^-
- ويصبح القانون : $PH = PK_a + \log \frac{[salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]}$

- انتبه || عندك طرف حامضي الى هو الحامض الضعيف وطرف قاعدي الي هو الملح القاعدي ضافو اله قاعدة قويه منو يزيد اكيد الطرف القاعدي يزيد لذلك راح تشوف (الملح + OH^-) و (الحامض - OH^-)

النوع الثاني :- بفر مكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي

- حالاته الثلاثة :

١- اذا كان بدون اضافة :

قاعدة ضعيفة	NH_4OH	$\rightleftharpoons$	NH_4^+	+	OH^-
ملح حامضي	NH_4Cl	$\longrightarrow$	NH_4^+	+	Cl^-

- يكون قانونه بالصورة الاتية :

salt = ملحة
base = قاعدة ضعيفة

- $POH = PK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$
- $[OH^-] = K_b * \frac{[base]}{[salt]}$

٢- عند اضافة حامض قوي :

- قاعدة ضعيف $NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$
  ملحه حامضي $NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$
  حامض قوي $HCl \rightarrow Cl^- + H^+$
  (OH^- + H^+) → H_2O

- عند اضافة حامض قوي الى محلول بفر مكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي فان الحامض القوي سوف يطلق ايونات H^+ في المحلول والتي تتفاعل مع OH^- السالب من القاعدة الضعيفه لتكوين الماء بالتالي يحصل نقص في تركيز $[OH^-]$ لذلك ترجع القاعدة الضعيفة التفاعل الامامي لسد النقص الحاصل في OH^- فيقل تركيز القاعدة بمقدار H^+ ويزداد تركيز الملح الحامضي بمقدار H^+

- ويصبح القانون $POH = PK_b + \log\frac{[salt]+[H^+]}{[base]-[H^+]}$

- انتبه || عندك طرف قاعدي الي هو القاعدة الضعيفة وطرف حامضي الي هو الملح الحامضي وضافو اله حامض قوي منو يزيد اكيد الطرف الحامضي الي هو الملح الحامضي و. (الملح + $[H^+]$) و (القاعدة - $[H^+]$)

٣- عند اضافة قاعدة قوية

قاعدة ضعيفه $NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$
ملحه حامضي $NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$
قاعدة قوية $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$
زيادة OH^-

- عند اضافة قاعدة قوية الى محلول بفر مكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي فان القاعدة القوية ستطلق ايونات OH^- في المحلول حيث تحصل زيادة مع OH^- من القاعدة الضعيفة بالتالي ترجع القاعدة الضعيفة التفاعل الخلفي للتخلص من الزيادة الحاصلة في OH^- فيزداد تركيز القاعدة الضعيفة مقدار OH^- ويقل تركيز الملح الحامضي مقداره OH^-

▪ ويصبح القانون : $POH = PK_b + \log \frac{[salt]-[OH^-]}{[base]+[OH^-]}$

▪ انتبه || عندك طرف حامضي الي هو الملح الحامضي وطرف قاعدي الي هو القاعدة الضعيفة ضافو اله قاعدة قويه منو يزيد اكيد الطرف القاعدي يزيد لذلك راح تشوف (القاعدة + OH^-) و يقل الملح الحامضي (الملح - OH^-)

خطوات حل اسئلة بفر بدون اضافة

نكتب القانون الخاص ببفر وتطبيق مباشر للقانون ونجد المطلوب

خطوات حل اسئلة بفر مع وجود اضافة

١- نجد تركيز الالكتروليت المضاف (حامض قوي أو قاعدة قويه) عن طريق أ او ب او ج

أ- اذا كان الالكتروليت المضاف كتله بالغرام نجد تركيزه من قانون $M_{mol/L} = \frac{m_g}{M_{g/mol} * V_L}$

ب- اذا كان المضاف تركيز كبير وحجم نطبق قانون التخفيف لايجاد تركيز الالكتروليت المضاف بعد الاضافة

$$M_1V_1 = M_2 \quad V_2$$

❖ قبل الاضافة للمضاف = تركيز المضاف بعد الاضافة × حجم محلول بفر

ج- اذا كان المضاف تركيز قليل بدون حجم لا نجري عليه اي عملية ونأخذه مباشر للخطوة الثانية

٢- نكتب معادلة تفكك الالكتروليت القوي بعد الاضافة ونجد تركيز (H^+) اذا كان المضاف حامض قوي ونجد تركيز (OH^-) اذا كان المضاف قاعدة قويه :

حامض قوي	HCl	→	H^+	+	Cl^-
	a		0		0
	0		a		a

قاعدة قويه	$NaOH$	→	Na^+	+	OH^-
	a		0		0
	0		a		a

٣- نكتب القانون الخاص ببفر مع الاضافة حسب نوع بفر في السؤال

❖ انتبه || من نطلع تركيز H^+ , OH^- في الخطوة الثانية مو تصير شاطر وتطلع منه PH... لا دير بالك هذه التراكيز هي مقدار الزيادة او النقص في قانون بفر..

انتبه || شلون اعرف السؤال يخص موضوع بفر ؟

من تشوف بالسؤال (مادتين او ثلاث مواد)

(قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي) او (حامض ضعيف وملحه القاعدي)

وضايفله حامض قوي او قاعدة قويه (او بدون اضافة هذا محلول بفر)

❖ مثال 3 – 9 | احسب تركيز ايون H^+ و PH لمحلول مكون من مزيج من $0.1M$ حامض الخليك و $0.2M$ من خلات الصوديوم اذا علمت ان

$K_a(CH_3COOH) = 1.8 * 10^{-5}$: علما ان $\log 2 = 0.3$ $\log 1.8 = 0.26$

✓ الحل || نلاحظ ان المحلول مكون من حامض ضعيف وملحه القاعدي اذا هو بفر بدون اضافة

❖ $PH = PK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]}$

❖ $PK_a = -\log PK_a \Rightarrow PK_a = -\log 1.8 * 10^{-5}$

$PK_a = -(\log 1.8 + \log 10^{-5}) \Rightarrow PK_a = -(0.26 + (-5))$

$PK_a = 4.74$

❖ $PH = 4.74 + \log \frac{0.2}{0.1}$

$PH = 4.74 + \log 2$

$PH = 4.74 + 0.3$

$PH = 5.04$

❖ $[H^+] = K_a * \frac{[acid]}{[salt]}$

$[H^+] = 1.8 * 10^{-5} * \frac{0.1}{0.2}$

$[H^+] = \frac{1.8 * 10^{-6}}{2 * 10^{-1}} = 9 * 10^{-6} M$

استراحه || كلماتي

حبيبي اشكد حلو امرتب منظم

وعليه امستم اوضاعه منظم

بفر جنك ومحلولك منظم

بس خايف يوم تتغير عليه

❖ تمرين 3 – 9 | احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH لمحلول يحتوي على NH_3 بتركيز $0.15\ mol/L$ و NH_4Cl بتركيز $0.3\ mol/L$ وقارن النتيجة مع قيمة PH محلول الامونيا ذي تركيز $0.15M$ علما ان : $PK_b = 4.74$

❖ علما ان : $\log 1.6 = 0.2 , \log 2 = 0.3 , \log 1.8 = 0.26$

✓ الحل || نجد PH لمحلول بفر مكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي ثم نجد PH للامونيا وحدها ونقارن النتيجة .

- $POH = PK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$

$$POH = 4.74 + \log\frac{0.30}{0.15}$$
$$POH = 4.74 + \log 2$$
$$POH = 4.74 + 0.3$$
$$POH = 5.04$$
$$PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 5.04 = 8.96$$

- نجد PH للامونيا كما تعلمنا سابقاً

NH_3	+	H_2O	⇌	NH_4^+	+	OH^-
0.15				0		0
−X				+X		+X
0.15 − X				X		X

تهمل

$$k_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]}$$

$$1.8 * 10^{-5} = \frac{X^2}{0.15} \Rightarrow X^2 = 2.7 * 10^{-6}$$ بالجذر

$$X = 1.6 * 10^{-3} = [OH^-]$$

$$K_b = 10^{-PK_b}$$
$$K_b = 10^{-4.74}$$
$$K_b = 10^{-4.74+5-5}$$
$$K_b = 10^{0.26} * 10^{-5}$$
$$K_b = 10^{\log 1.8} * 10^{-5}$$
$$K_b = 1.8 * 10^{-5}$$

- $POH = -\log[OH^-]$

$$POH = -\log[1.6 * 10^{-3}]$$
$$POH = -(\log 1.6 + \log 10^{-3})$$
$$POH = -(0.2 + (-3))$$
$$POH = -(-2.8) \Rightarrow POH = 2.8$$

- $PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 2.8 = 11.2$

- نلاحظ ان قيمة الاس الهيدروجيني للامونيا = 11.2 ولكنها قلت عند وجود الملح الحامضي بسبب وجود الايون المشترك يقلل من تفكك القاعدة الضعيفة .

❖ مثال 3 – 10 | ماذا يجب ان يكون تركيز كلوريد الامونيوم في محلول يحتوي على امونيا $(PK_b = 4.74)$ بتركيز $0.1M$ لتكون قيمته تساوي $PH = 9$

❖ علما ان $\log 1.8 = 0.26$

✓ الحل || بفر مكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي:

$$POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 9 = 5$$

$$POH = PK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$$

$$5 = 4.74 + \log\frac{[salt]}{0.1}$$

$$5 - 4.74 = \log\frac{[salt]}{0.1} \Rightarrow 0.26 = \log\frac{[salt]}{0.1}$$

$$\log 1.8 = \log\frac{[salt]}{0.1} \Rightarrow 1.8 = \frac{[salt]}{0.1} \Rightarrow [salt] = 0.18\ M$$

❖ تمرين 3 – 10 | ما تركيز حامض الخليك في محلول يحوي اضافة الى الحامض ملح خلات الصوديوم بتركيز $0.3M$ اذا علمت ان قيمة $PH = 4.31$ للمحلول .

❖ علما ان $K_a = 1.8 * 10^{-5}$ علما ان $\log 1.8 = 0.26$, $\log 0.37 = -0.43$

✓ الحل || بفر مكون من حامض ضعيف وملحه القاعدي

✓

$$PK_a = -\log K_a \Rightarrow PK_a = -\log 1.8 * 10^{-5}$$

$$PK_a = -(\log 1.8 + \log 10^{-5}) \Rightarrow PK_a = -(0.26) + (-5))$$

$$PK_a = 4.74$$

❖ $$PH = PK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$$

$$4.31 = 4.74 + \log\frac{0.3}{[acid]}$$

$$4.31 - 4.74 = \log\frac{0.3}{[acid]}$$

$$-0.43 = \log\frac{0.3}{[acid]}$$

$$\log 0.37 = \log\frac{0.3}{[acid]}$$

$$0.37 = \frac{0.3}{[acid]}$$

$$[acid] = \frac{0.30}{0.37} = 0.81\ M$$

❖ مثال 3 – 11 | احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH بعد اضافة 1ml من محلول حامض الهيدروكلوريك تركيزه 10M الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك بتركيز 0.1 M وخلات الصوديوم بتركيز 0.1M
علما ان $PK_a = 4.74$ علما ان $\log 0.81 = -0.09$

❖ الحل || بفر مكون من حامض ضعيف وملحة القاعدي عند اضافة حامض قوي
نتبع الخطوات الثلاثه للحل :

1- نلاحظ انه اعطى حجم وتركيز للمضاف لذا

$$M_1V_1 = M_2 \quad V_2$$

قبل الاضافة — بعد الاضافة — حجم محلول بفر

$$10M * 1ml = M_2 * 1000ml$$

$$M_2 = \frac{10 * 1}{1000} = 0.01M$$

2-

HCl	$\rightarrow$	H^+	$+$	Cl^-
0.01		0		0
0		0.01		0.01

$$[H^+] = 0.01 \Leftrightarrow [H^+] = 1 * 10^{-2}$$

3-

$$PH = PK_a + \log\frac{[salt] - [H^+]}{[acid] + [H^+]}$$

$$PH = 4.74 + \log\frac{0.1 - 0.01}{0.1 + 0.01}$$

$$PH = 4.74 + \log\frac{0.09}{0.11}$$

$$PH = 4.74 + \log 0.81$$

$$PH = 4.74 + (-0.09)$$

$$PH = 4.65$$

ملاحظة || عندما يطلب بالسؤال ما التأثير الناتج على :-

- PH : نستخرج PH قبل الاضافة للالكتروليت الضعيف وحده و PH لمحلول بفر
- $[H^+]$: نستخرج $[H^+]$ للالكتروليت الضعيف وحده (قبل الاضافة) و $[H^+]$ لمحلول بفر
- $[OH^-]$: نستخرج $[OH^-]$ قبل الاضافة للالكتروليت الضعيف وحده و $[OH^-]$ لمحلول بفر
- درجة التأين :- نستخرج درجة التأين للالكتروليت الضعيف وحده ودرجة التأين لمحلول بفر

❖ تمرين 3 – 11 | ما التأثير الناتج من اضافة (g) 26.75 و 0.5 mol من ملح كلوريد الامونيوم الى لتر واحد من محلول الامونيا بتركيز 0.1 M على درجة تفكك القاعدة ؟ علما ان ثابت تفكك القاعدة الضعيفة

$K_b(NH_3) = 1.8 * 10^{-5}$

✓ الحل || نكتب معادلة تفكك القاعدة الضعيفة ونحسب درجة التفكك ثم نحسب درجة التفكك للقاعدة الضعيفه بوجود الملح

1)

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

NH_3	NH_4^+	OH^-
0.1	0	0
−X	+X	+X
0.1 − X	X	X

لـ تهمل

- $K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \Rightarrow 1.8 * 10^{-5} = \frac{X^2}{0.1}$

$X^2 = 1.8 * 10^{-6}$ بالجذر $\Rightarrow X = 1.3 * 10^{-3} M$

- درجة التفكك $= \frac{X \text{ المتأين}}{a \text{ الابتدائي}} = \frac{1.3 * 10^{-3}}{0.1} = 1.3 * 10^{-2}$

2) $OH = K_b \times \frac{[base]}{[salt]}$

$OH = 1.8 * 10^{-5} \times \frac{0.1}{0.5}$

$OH = 3.6 * 10^{-6} = X$

درجة التفكك $= \frac{X \text{ المتأين}}{a \text{ الاصلي}} = \frac{3.6 * 10^{-6}}{0.1} = 3.6 * 10^{-5}$

- نلاحظ ان درجة التفكك قلت بسبب وجود الايون المشترك الذي يعمل على تقليل تفكك القاعدة الضعيفة

❖ تمرين 3 – 12 | احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH :

أ- للتر من محلول بفر مكون من الامونيا بتركيز $0.1\ M$ وكلوريد الامونيوم بتركيز $0.1\ M$

ب- لنفس المحلول لكن بعد اضافة $1ml$ من حامض الكبريتيك تركيزه $10\ M$ ثم احسب مقدار التغير الحاصل في قيمة PH وناقش النتيجة علما ان $PK_b = 4.74$

علما ان $\log 3 = 0.47$, $\log 2 = 0.3$, $\log 1 = 0$

✓ الحل ||

أ- نجد PH لبفر مكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي

❖ $POH = PK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$

$POH = 4.74 + \log\frac{0.1}{0.1}$

$POH = 4.74 + \log 1$

$POH = 4.74 + 0$

$POH = 4.74 \Rightarrow PH = 14 - POH \Rightarrow PH - 14 - 4.74 = 9.26$

ب- نجد PH

لنفس المحلول لكن بعد اضافة الحامض القوي حامض الكبريتيك لذ اصبح لدينا بفر عند اضافة حامض قوي نحل بالخطوات الثلاثة ......نلاحظ انه اعطى حجم وتركيز كبير للمضاف لذا :

$M_1V_1 \quad = \quad M_2 \quad V_2$

1- قبل الاضافة — بعد الاضافة — حجم محلول بفر

$10M * 1ml = M_2 * 1000ml \quad \leftarrow 1L = 1000ml$

$M_2 = \frac{10}{1000} = 0.01\ M$

	H_2SO_4	$\rightarrow$	$2H^+$	+	SO_4^-
2-	0.01		0		0
	0		0.02		0.01

$[H^+] = 0.02$

❖ $POH = PK_b + \log\frac{[salt]+[H^+]}{[base]-[H^+]}$

$POH = 4.74 + \log\frac{0.1 + 0.02}{0.1 - 0.02}$

$POH = 4.74 + \log\frac{0.12}{0.08}$

$POH = 4.74 + \log\frac{3}{2}$

$POH = 4.74 + (\log 3 - \log 2)$

$POH = 4.74 + (0.47 - 0.30)$

$POH = 4.74 + 0.17$

$POH = 4.91$

$PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 4.91 = 9.09$

❖ $\Delta PH = PH_2 - PH_1$

(PH_2: بعد الاضافة، PH_1: قبل الاضافة)

$\Delta PH = 9.09 - 9.26$

$\Delta PH = -0.1$

- نلاحظ ان قيمة PH قلت بسبب نقصان تركيز $[OH^-]$ الذي اتحدت مع $[H^+]$ القادم من الحامض

- سؤال 3 – 7 | ماتركيز الامونيا NH_3 في المحلول الذي يكون في حالة اتزان مع

$[OH^-] = 1.2 * 10^{-5}$ و $[NH_4^+] = 0.01M$

علما ان ثابت تفكك الامونيا $1.8 * 10^{-5}$

- علما ان $\log 1.8 = 0.26$, $\log 1.2 = 0.08$, $\log 1.5 = 0.18$

✓ الحل || بفر مكون من قاعدة ضعيفة NH_3 وملحها الحامضي NH_4^+ نطبق القانون :

$$POH = PK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$$

- $POH = -\log[OH^-]$

$POH = -\log 1.2 * 10^{-5} \Rightarrow POH = -(\log 1.2 + \log 10^{-5})$

$POH = -(0.08 + (-5))$

$POH = 4.92$

- $PK_b = -\log K_b$

$PK_b == -\log 1.8 * 10^{-5}$

$PK_b = -(\log 1.8 + \log 10^{-5})$

$PK_b = -(0.26 + (-5))$

$PK_b = 4.74$

$$POH = PK_b + \log\frac{[NH_4]}{[NH_3]}$$

$$4.92 = 4.74 + \log\frac{0.01}{[NH^3]}$$

$$4.92 - 4.74 = \log\frac{0.01}{[NH_3]}$$

$$0.18 = \log\frac{0.01}{[NH_3]}$$

$$\log 1.5 = \log\frac{0.01}{[NH_3]} \Rightarrow 1.5 = \frac{0.01}{[NH_3]}$$

$$[NH_3] = \frac{0.01}{1.5} = 0.00666 \Leftrightarrow [NH_3] = 6.66 * 10^{-3}M$$

❖ سؤال اضافي | احسب كتلة ملح خلات الصوديوم $M = 82\ g/mol$ اللازم اضافتها الى لتر واحد من محلول $0.125\ M$ حامض الخليك للحصول على بفر تكون قيمة PH له تساوي 4.74 علماً ان ثابت تفكك حامض الخليك $1.8 * 10^{-5}$.

❖ علما ان $\log 1.8 = 0.26$, $\log 1 = 0$

✓ الحل | محلول بفر مكون من حامض ضعيف وملحة القاعدي نجد تركيز الملح ثم نحسب كتلته :

❖ $PH = PK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]}$

❖ $PK_a = -\log K_a \Rightarrow PK_a = -\log 1.8 * 10^{-5}$

$PK_a = -(\log 1.8 + \log 10^{-5}) \Rightarrow PK_a = -(0.26 + (-5))$

$PK_a = 4.74$

❖ $PH = PK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]}$

$4.74 = 4.74 + \log \frac{[salt]}{0.125}$

$4.74 - 4.74 = \log \frac{[salt]}{0.125}$

$0 = \log \frac{[salt]}{0.125} \Rightarrow \log 1 = \log \frac{[salt]}{0.125}$

$1 = \frac{[salt]}{0.125} \Rightarrow [salt] = 0.125$

❖ $m_g = M_{mol/L} * M_{g/mol} * V_L$

$m_g = 0.125 * 82 * 1$

$m_g = 10.25\ (g)$

❖ سؤال 3 – 8 |

أ- ما قيمة الاس الهيدروجيني PH لمزيج بفري مكون من حامض النتروز HNO_2 بتركيز $0.12M$ ونتريت الصوديوم بتركيز $0.15M$ $K_a(HNO_2) = 4.5 * 10^{-4}$

ب- احسب قيمة PH المحلول الناتج بعد اضافة $1.0g$ من هيدروكسيد الصوديوم $M = 40\ g/mol$ الى لتر واحد من محلول البفر

❖ علماً ان: $\log 4.5 = 0.65$, $\log 1.25 = 0.1$, $\log 1.84 = 0.26$

✓ **الحل ||** نلاحظ ان المزيج مكون من حامض ضعيف HNO_2 وملحه القاعدي $NaNO_2$ لذا نستخدم القانون :

❖ $PH = PK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

❖ $PK_a = -\log K_a \Rightarrow PK_a = -\log 4.5 * 10^{-4}$

$PK_a = -(\log 4.5 + \log 10^{-4})$

$PK_a = -(0.65 + (-4))$

$PK_a = 3.35$

❖ $PH = 3.35 + \log\frac{0.15}{0.12}$

$PH = 3.35 + \log 1.25$

$PH = 3.35 + 0.1$

$PH = 3.45$

ب – نحسب PHنفس المحلول لكن بعد اضافة 1.0 g من القاعدة القوية هيدروكسيد الصوديوم عن طريق خطوات الثلاثة :

هنا اعطى كتلة للمضاف لذلك نجد تركيزها عن طريق

$M_{mol/L} = \frac{m_g}{Mg/mol * V_L}$

$M_{mol/L} = \frac{1.0\ g}{40\ g/mol * 1\ L}$

$M_{NaOH} = 0.025\ M$

1-

$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$

NaOH	→	Na^+	+	OH^-
0.025		0		0
0		0.025		0.025

$[OH^-] = 0.025\ M$

2- $PH = PK_a + \log\frac{[salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]}$

$PH = 3.35 + \log\frac{0.15 + 0.025}{0.12 - 0.025}$

$PH = 3.35 + \log\frac{0.175}{0.095}$

$PH = 3.35 + \log 1.84$

$PH = 3.35 + 0.26 \Rightarrow PH = 3.61$

❖ سؤال 3 – 9 | اذا كانت هناك حاجة لتحضير محلول بفر ذو $PH = 9$ من مزج NH_4Cl مع NH_3 كم يجب ان تكون النسبة بين $\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$ ؟ علماً ان $PK_b = 4.74$
علماً ان $\log 1.8 = 0.26$

✓ الحل | | نلاحظ ان المزيج بفر من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي والمطلوب ايجاد $\frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$

❖ $POH = PK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$

❖ $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 9 = 5$

❖ $5 = 4.74 + \log\frac{[NH_4Cl]}{[NH_3]}$

$5 - 4.74 = \log\frac{[NH_4Cl]}{[NH_3]}$

$0.26 = \log\frac{[NH_4Cl]}{[NH_3]}$

$\log 1.8 = \log\frac{[NH_4Cl]}{[NH_3]}$

❖ $1.8 = \frac{[NH_4Cl]}{[NH_3]}$

❖ سؤال 3 – 11 | احسب كتلة كلوريد الامونيوم $M = 53.5\ g/mol$ الواجب اضافتها الى $500ml$ من محلول $0.15\ M$ امونيا لجعل قيمة PH المحلول $= 9.0$ علما ان ثابت التفكك للامونيا $= 1.8 * 10^{-5}$

❖ علما ان $\log 1.8 = 0.26$

✓ الحل | | نلاحظ ان المزيج متكون من قاعدة ضعيفة وملحها الحامضي لذلك نجد تركيز الملح الحامضي من قانون بفر الخاص به ثم نجد الكتلة

❖ $POH = PK_b + \log\frac{[salt]}{[base]}$

❖ $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 9 = 5$

❖ $PK_b = -\log K_b \Rightarrow PK_b = -\log 1.8 * 10^{-5}$

$PK_b = -(\log 1.8 + \log 10^{-5})$

$PK_b = -(0.26 + (-5)) \Rightarrow PK_b = 4.74$

• $5 = 4.74 + \log\frac{[salt]}{0.15}$

$5 - 4.74 = \log\frac{[salt]}{0.15}$

$0.26 = \log\frac{[salt]}{0.15} \Rightarrow \log 1.8 = \log\frac{[salt]}{0.15}$

$1.8 = \frac{[salt]}{0.15} \Rightarrow [salt] = 0.270\ M$

• $m_g = M_{mol/L} * M_{g/mol} * V_L \longleftarrow 500ml = 0.5L$

$m_g = 0.270_{mol/L} * 53.5_{g/mol} * 0.5L$

$m_g = 7.22\ (g)$

- سؤال 3 – 19 | محلول بفر يتكون من $0.02M$ من $[NH_4Cl]$ و $0.01M$ من NH_3 اضيف الى لتر من المحلول 1 ml KOH بتركيز 10M احسب مقدار التغير بـ PH علما ان ثابت تفكك الامونيا $1.8 * 10^{-5}$

✓ الحل || نحسب PH قبل الاضافة وبعد الاضافة ونجد التغير

- $PK_b = -\log K_b$
  $PK_b == -\log 1.8 * 10^{-5}$
  $PK_b = -(\log 1.8 + \log 10^{-5})$
  $PK_b = -(0.26 + (-5))$
  $PK_b = 4.74$
- $POH = PK_b + \log\frac{[NH_4]}{[NH_3]}$
- $POH = 4.74 + \log\frac{0.02}{0.01}$
- $POH = 4.74 + \log 2$
- $POH = 4.74 + 0.3 = 5.04$
- $PH = 14 - POH$
- $PH = 14 - 5.04 = 8.96$

- نحسب PH بعد الاضافة

- M_1V_1 قبل الاضافة $=$ M_2 بعد الاضافة V_2 حجم محلول بفر

$10M * 1ml = M_2 * 1000ml \leftarrow 1L = 1000ml$

$M_2 = \frac{10}{1000} = 0.01\ M$

	KOH	→	K^+	+	OH^-
3-	0.01		0		0
	0		0.01		0.01

$[H^+] = 0.02$

❖ $POH = PK_b + \log\frac{[salt]-[OH^-]}{[base]+[OH^-]}$

$POH = 4.74 + \log\frac{0.02 - 0.01}{0.01 + 0.01}$

$POH = 4.74 + \log\frac{0.01}{0.02}$

$POH = 4.74 + \log\frac{1}{2}$

$POH = 4.74 + (\log 1 - \log 2)$

$POH = 4.74 + (0 - 0.3)$

$POH = 4.74 - 0.3 = 4.4$

$PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 4.44 = 9.56$

❖ $\Delta PH = PH_2 + PH_1$

$\Delta PH = 9.56 - 8.96$

$\Delta PH = 0.6$

❖ سؤال 3-23 || محلول من حامض ضعيف النسبة المئوية لتأينه 1% و $PH = 2.7$ مزج مع ملحة المشتق منه تركيزه $0.1M$ ما PH المحلول الناتج بعد المزج .

علما ان $\log 2 = 0.3 , \log 1.8 = 0.26$

الحل || المحلول الناتج هو بفر مكون من حامض ضعيف وملحة المشتق منه (ملح قاعدي) مطلوب ايجاد PH له

❖ $PH = PK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

- انتبه | لو نلاحظ ان تركيز الحامض غير معلوم وكذلك K_a للحامض غير معلوم . من PH نجد تركيز H (التأين) ومن النسبة المئوية نجد تركيز الحامض ومن تركيز الحامض والتأين نجد K_a ثم نجد PK_a

$$[H^+] = 10^{-PH} \Rightarrow [H^+] = 10^{-2.7}$$
$$[H^+] = 10^{-2.7+3-3} \Rightarrow [H^+] = 10^{0.3-3}$$
$$[H^+] = 10^{0.3} * 10^{-3}$$
$$[H^+] = 10^{\log 2} * 10^{-3} \Rightarrow [H^+] = 2 * 10^{-3}$$

- $\text{النسبة المؤية \%} = \frac{\text{التأين}[H^+]}{\text{التركيز الابتدائي}} * 100\%$

$$\%1 = \frac{2 * 10^{-3}}{\text{تركيز ابتدائي}} * 100\%$$

$$1 = \frac{100*2*10^{-3}}{\text{تركيز ابتدائي}} \Leftarrow \text{التركيز الابتدائي} = 0.2\ M$$

❖ نفرض الحامض الضعيف HA

HA	⇌	H^+	+	A^-
0.2		0		0
$-2 * 10^{-3}$		$+2 * 10^{-3}$		$+2 * 10^{-3}$
$0.2 - 2 * 10^{-3}$		$2 * 10^{-3}$		$2 * 10^{-3}$

لا تهمل لانه

النسبة المئوية = 1%

❖ $K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$

$$K_a = \frac{(2 * 10^{-3})^2}{0.2} \Rightarrow K_a = \frac{4 * 10^{-6}}{0.2} = 2 * 10^{-5}$$

❖ $PK_a = -\log K_a \Rightarrow PK_a = \log\ 2 * 10^{-5}$

$$PK_a = -(\log 2 + \log 10^{-5})$$
$$PK_a = -(0.3 + (-5)) \Rightarrow PK_a = 4.7$$

❖ $PH = PK_a + \log \frac{[salt]}{[acid]}$

$$PH = 4.7 + \log \frac{0.1}{0.2}$$
$$PH = 4.7 + \log \frac{1}{2}$$
$$PH = 4.7 + (\log 1 - \log 2)$$
$$PH = 4.7 + 0 - 0.3$$
$$PH = 4.4$$

❖ 3 – 9 الذوبانية وثابت حاصل الذوبان

هي عدد مولات المادة التي تذوب في لتر واحد من المحلول المشبع للمادة
(اي عند حالة الاتزان بين المادة الصلبة ومحلول المادة)

- تعتمد قابلية الذوبان على :

١- الفرق في مقدار الطاقة اللازمة لكسر الاواصر الرابطة بين الايونات المكونة للمادة .
٢- مقدار ما ينتج من طاقة نتيجة انتشار هذه الايونات

- لو اخذنا التفاعل الاتي باعتبار AB مادة ايونية صلبة : $AB \rightleftharpoons A^+ + B^-$
- ثابت الاتزان : $K_{eq} = \frac{[A^+][B^-]}{[AB]}$
- بما ان AB مركب صلب شحيح الذوبان لذلك يعتبر تركيزه قيمة ثابتة لا تتغير بسبب تفكك جزء صغير منه جداً .
- وعلى هذا الاساس يمكن كتابة العلاقة السابقة كالاتي : $K_{SP} = [A^+][B^-]$
- ثابت حاصل الاذابة K_{SP} :- هو حاصل ضرب التراكيز المولارية للأيونات الناتجة من تفكك الملح الشحيح كلاً مرفوع الى اس يمثل عدد المولات في المعادلة الموزونة .

- تكون الذوبانية نوعين :

١- الذوبانية المولارية $S_{mol/L}$ عدد المولات في لتر
٢- الذوبانية الغرامية $S_{g/L}$ عدد الغرامات في لتر

✓ العلاقة بين الذوبانية المولارية والذوبانية الغرامية : $S_{mol/L} = \frac{S_{g/L}}{M_{g/mol}}$

- ملاحظة |

✓ ثابت حاصل الاذابة K_{SP} يستخرج من الذوبانية المولارية فقط .

وكذلك يمكن ان نستخرج الذوبانية المولارية من K_{SP} .

❖ يمكن التعبير عن حاصل الاذابة للتفاعلات الاتية بالشكل الاتي :

1- $BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$

S S

$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

$K_{SP} = (S)(S)$

$K_{SP} = S^2$

- ملاحظة || عدد مولات الايون تضرب في S وتصبح اس له

2- $CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2F^-$

S 2S

$K_{SP} = [Ca^{+2}][F^-]^2$

$K_{SP} = (S)(2S)^2$

$K_{SP} = 4S^3$

3- $Ca_3(PO_4)_2 \rightleftharpoons 3Ca^{+2} + 2PO_4^{-2}$

3S 2S

$K_{SP} = [Ca^{+2}]^3 [PO_4^{-2}]^2$

$K_{SP} = (3S)^3(2S)^2$

$K_{SP} = 27S^3 * 4S^2$

$K_{SP} = 108\ S^5$

- ملاحظة || قبل الدخول الى مسائل الذوبانية تذكر ان الذوبانية هي للأملاح الشحيحة والاملاح الشحيحة هي الكتروليتات ضعيفة تتفكك تفكك جزئي ($\rightleftharpoons$)
- ملاحظة || نعرف ان السؤال يخص موضوع الذوبانية عندما يعطي او يطلب ذوبانية او عندما يعطي او يطلب K_{SP}

تقسم مسائل الذوبانية الى ستة اقسام

✓ القسم الاول :- اذا اعطى K_{SP} وطلب ذوبانية في (المحلول المشبع او في الماء النقي) او اذا اعطى ذوبانية في المحلول المشبع او في الماء النقي وطلب K_{SP}

لحل هذا النوع من الاسئلة :- نكتب معادلة تفكك الملح الشحيح ونكتب ذوبانية كل ايون تحته في المعادلة ونكتب قانون K_{SP} ونجد المجهول .

❖ تمرين 3-13 || احسب ثابت حاصل الاذابة K_{SP} لملح يودات الرصاص $Pb(IO_3)_2$ ؟

❖ اذا علمت ان لتر من المحلول المائي المشبع يحتوي على $3.9 * 10^{-5}$ منه؟

✓ الحل || نكتب معادلة تفكك الملح الشحيح ونكتب ذوبانية كل ايون تحته في المعادلة ونطبق قانون K_{SP}

❖ $Pb(IO_3)_2 \rightleftharpoons Pb^{+2} + 2IO_3^{-}$

S 2S

$K_{SP} = [Pb^{+2}][IO_3^{-}]^2$

$K_{SP} = (S)(2S)^2$

$K_{SP} = 4S^3$

$K_{SP} = 4 * (3.9 * 10^{-5})^3$ بالجذر

$K_{SP} = 2.4 * 10^{-13}$



❖ مثال 3 – 12 || ماهي الذوبانية المولارية لملح كبريتات الرصاص $PbSO_4$ ؟

❖ اذا علمت ان ثابت حاصل الاذابة لهذا الملح $K_{SP} = 1.6 * 10^{-8}$

✓ الحل || نكتب معادلة تفكك الملح الشحيح ونكتب ذوبانية كل ايون تحته في المعادلة ونطبق قانون K_{SP}

❖ $PbSO_4 \rightleftharpoons Pb^{+2} + SO_4^{-2}$

$\qquad\qquad\quad S \qquad\quad S$

$K_{SP} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$

$K_{SP} = (S)(S)$

$K_{SP} = S^2$

$1.6 * 10^{-8} = S^2$ بالجذر

$S = 1.26 * 10^{-4}$

❖ تمرين 3 – 14 || اذا علمت ان لتر واحد من المحلول المشبع لكرومات الفضة Ag_2CrO_4 $(M = 332\ g/mol)$ يحوي $0.0215\ g$ من الملح احسب ثابت حاصل الاذابة لهذا الملح .

✓ الحل || تتذكر انه يمكن حساب K_{SP} من الذوبانية المولارية فقط وهنا اعطى ذوبانية غرامية لذلك نجد الذوبانية المولارية ثم نجد K_{SP}

✓ $S_{mol/L} = \frac{S_{g/L}}{M_{g/mol}} \Rightarrow S_{mol/L} = \frac{0.0215_{g/L}}{332_{g/mol}} = 6.5 * 10^{-5}$

❖ $Ag_2SO_4 \rightleftharpoons 2Ag^{+1} + CrO_4^{-2}$

$\qquad\qquad\quad 2S \qquad\quad S$

$K_{SP} = [Ag^{+}][CrO_4^{-2}]$

$K_{SP} = (2S)^2(S)$

$K_{SP} = 4S^3 \Rightarrow K_{SP} = 4(6.5 * 10^{-5})^3 \Rightarrow K_{SP} = 1.09 * 10^{-12}$

❖ مثال 3 – 13 || احسب قيمة ثابت حاصل الاذابة K_{SP} لملح كبريتات الباريوم $M = 233\ g/mol$ اذا علمت ان لتر واحد من محلولة المائي المشبع يحوي $0.0025\ g$ من ملح $BaSO_4$ الذائب

✓ الحل || نجد الذوبانية المولارية ثم نجد K_{SP}

- $S_{mol/L} = \frac{S_{g/L}}{M_{g/mol}} \Rightarrow S_{mol/L} = \frac{0.0025_{g/L}}{233_{g/mol}} = 1.1 * 10^{-5}$
- $BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$

$\qquad\qquad\quad S \qquad\quad S$

$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

$K_{SP} = (S)(S)$

$K_{SP} = S^2$

$K_{SP} = (1.1 * 10^{-5})^2 \Rightarrow K_{SP} = 1.2 * 10^{-10}$

❖ تمرين 3 – 15 || احسب الذوبانية المولارية والذوبانية بدلالة (g/L) لملح كلوريد الفضة AgCl (M = 143.5 g/mol) في محلولة عند حالة الاتزان

❖ اذا علمت ان $K_{SP} = 1.8 * 10^{-10}$ علماً ان $\sqrt{1.8} = 1.3$

✓ الحل || من K_{SP} نجد الذوبانية المولارية ثم نجد الذوبانية بدلالة g/L

- $AgCl \rightleftharpoons Ag^+ + Cl^-$
  S S

$K_{SP} = [Ag^+][Cl^-]$

$K_{SP} = (S)(S)$

$K_{SP} = S^2 \Rightarrow 1.8 * 10^{-10} = (S)^2$ بالجذر

$S = 1.3 * 10^{-5}$

- $S_{mol/L} = \frac{S_{g/L}}{M_{g/mol}} \Rightarrow S_{g/L} = S_{mol/L} * M_{g/mol}$

$S_{g/L} = 1.3 * 10^{-5} * 143.5 = 1.9 * 10^{-3}$

❖ سؤال 3 – 13 | ما عدد غرامات ملح كرومات الفضة Ag_2CrO_4 (M = 332 g/mol) التي يمكن ان تذوب في 100ml من الماء المقطر علما بأن $K_{SP} = 1.1 * 10^{-12}$

علما ان $\sqrt[3]{275} = 6.5$

✓ الحل || انتبه هنا يطلب عدد غرامات وليس ذوبانية غرامية لذا نجد الذوبانية المولارية والتي تمثل التركيز المولاري ثم نجد الكتلة $m_g = M_{\frac{mol}{L}} * M_{\frac{g}{mol}} * V_L$

❖ $Ag_2CrO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + CrO_4{}^{-2}$
2S S

$K_{SP} = [Ag^+]^2[CrO_4{}^{-2}]$

$K_{SP} = (2S)^2(S)$

$K_{SP} = 4S^3$

$1.1 * 10^{-12} = 4S^3 \Rightarrow S^3 = \frac{1.1 * 10^{-12}}{4} \Rightarrow S^3 = 275 * 10^{-15}$ بالجذر

$S = 6.5 * 10^{-5}$

❖ $m_g = M_{\frac{mol}{L}} * M_{g/mol} * V_L$ ⟵ $100ml = 0.1\ L$

$m_g = 6.5 * 10^{-5}(mol/L) * 332\ (g/mol) * 0.1\ (L)$

$m_g = 2.161 * 10^{-3}\ g$

❖ سؤال 3 – 4 || ما عدد مليغرامات يودات الباريوم $(K_{SP} = 1.57 * 10^{-9}, , M = 487\ g/mol)$ التي يمكن ان تذوب في 150ml من الماء النقي ؟ علما ان $\sqrt[2]{0.39} = 0.73$

❖ الحل || نجد ذوبانية يودات الباريوم ثم نجد الكتله وتحولها للمليغرام

$$Ba(IO_3)_2 \rightleftharpoons Ba^{+2} + 2IO_3$$
$$S \qquad 2S$$

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][IO_3]^2$$

$$K_{SP} = (S)(2S)^2 \Rightarrow K_{SP} = 4S^3$$

$$1.57 * 10^{-9} = 4S^3$$

$$S^3 = \frac{1.57 * 10^{-9}}{4} = 0.39 * 10^{-9}$$

$$S^3 = 0.39 * 10^{-9} \text{ بالجذر } \Rightarrow S = 0.73 * 10^{-3}$$

$$m(g) = M_{mol|L} \times M_{g|mol} \times V_L$$

$$m(g) = 0.73 * 10^{-3} * 487 * 0.15 = 0.0534\ g$$

$$0.0534\ g * 1000mg/g = 53.4mg$$

✓ القسم الثاني :- يكون السؤال هل تتوقع ان يحصل ترسيب

- لمعرفة هل يحصل ترسيب ام لا يجب معرفة الحاصل الايوني
- الحاصل الايوني :- حاصل ضرب تراكيز الايونات الناتجة كل مرفوع الى اس مساوي لعدد المولات في المعادلة وليس بالضرورة تكون التراكيز في حالة اتزان .

✓ ملاحظة ||

١- الحاصل الايوني $> K_{SP}$ يحصل ترسيب

٢- الحاصل الايوني $< K_{SP}$ لا يحصل ترسيب

٣- الحاصل الايوني $= K_{SP}$ الترسيب = الذوبان

لحل هذا النوع من المسائل :- نكتب معادلة تفكك الملح الشحيح ونجد الحاصل الايوني

❖ ونقارن مع قيمة K_{SP} التي تعطى في السؤال حيث

- الحاصل الايوني $> K_{SP}$ يحصل ترسيب
- الحاصل الايوني $< K_{SP}$ لا يحصل ترسيب
- الحاصل الايوني $= K_{SP}$ نقول الترسيب = الذوبان

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$\text{الحاصل الايوني} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$

❖ تمرين 3 – 16 || هل يتكون راسب عند مزج 10 ml من 0.01 M من محلول يحتوي احد ايونات SO_4^{-2} و 10 ml من 0.001 M محلول يحتوي ايونات Ba^{+2} علما ان

❖ $K_{SP\ (BaSO_4)} = 1.6 * 10^{-10}$

الحل || هنا اعطى حجم وتركيز كل ايون لذا نجد تركيز الايونات بعد الاضافة

1-

$$V_2 = 10ml + 10ml = 20ml$$

2- $M_1V_1 = M_2V_2$ نجد تركيز SO_4^{-2}

$$0.01 * 10 = M_2 * 20$$

$$M_2 = \frac{0.01 * 10}{20} = 0.005$$

$M_1V_1 = M_2V_2$ نجد تركيز Ba^{+2}

$$0.001 * 10 = M_2 * 20$$

$$M_2 = \frac{0.001 * 10}{20} = 0.0005$$

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$

$$0.0005 \quad 0.005$$

الحاصل الايوني $= [0.0005][0.005] = 25 * 10^{-7}$

❖ الحاصل الايوني $> K_{SP}$ اذا يحصل ترسيب

استراحه || كلماتي

شعجب جيتك علي صارت شحيحه

وعيني امن البجي صارت شحيحه

الذوبانيه للاملاح الا شحيحه

ومسائلها مهمه و وزاريه

❖ سؤال 3 – 18 || ان تركيز ايون الكالسيوم $M = 40\ g/mol$ في بلازما الدم يساوي $0.1\ g/L$ فاذا كان تركيز ايون الاوكزالات فيه يساوي $1 * 10^{-7}M$ هل تتوقع ان تترسب اوكزالات الكالسيوم $PK_{SP}\ _{(CaC_2O_4)} = 8.64$ علما ان $\log 2.3 = 0.36$

✓ الحل || اعطى ذوبانية غرامية الكالسيوم نجد ذوبانية المولارية ثم نجد الحاصل الايوني ونقارن مع K_{SP}

❖ $S_{mol/L} = \frac{S_{g/L}}{M_{g/mol}} \Rightarrow S_{mol/L} = \frac{0.1_{g/L}}{40_{g/mol}} = 25 * 10^{-4}$

❖ $CaC_2O_4 \rightleftharpoons Ca^{+2} + C_2O_4^{-2}$

$\quad 25 * 10^{-4} \quad 1 * 10^{-7}$

❖ الحاصل الايوني $= [Ca^{+2}][C_2O_4^{-2}]$

الحاصل الايوني $= (25 * 10^{-4}) * (1 * 10^{-7})$

الحاصل الايوني $= 25 * 10^{-11}$

$K_{SP} = 10^{-PK_{SP}} \Rightarrow K_{SP} = 10^{-8.64}$

$K_{SP} = 10^{-8.64+9-9} \Rightarrow K_{SP} = 10^{0.36-9}$

$K_{SP} = 10^{0.36} * 10^{-9} \Rightarrow K_{SP} = 10^{\log 2.3} * 10^{-9}$

$K_{SP} = 2.3 * 10^{-9}$

▪ ∵ الحاصل الايوني $> K_{SP}$ ∴ يحصل ترسيب

القسم الثالث :- اذا طلب حساب ادنى تركيز

لحل هذا النوع من المسائل نكتب معادلة تفكك الملح الشحيح ونكتب تركيز كل ايون تحته في المعادلة ثم نكتب قانون K_{SP} ونجد تركيز الايون المجهول

مثال 3 – 14 || اذا علمت ان تركيز ايون الفلوريد F^- في محلول يساوي $2 * 10^{-2}$ احسب ادنى تركيز من ايون الكالسيوم يكون لازما وجوده في المحلول لبدء ترسيب ملح فلوريد الكالسيوم CaF_2 $(K_{SP} = 4.9 * 10^{-11})$

✓ الحل || نكتب تركيز كل ايون تحته في المعادلة ثم نكتب قانون K_{SP} ونجد تركيز الايون المجهول Ca^{+2}

❖ $CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{+2} + 2F^-$

$\quad ? \quad 2 * 10^{-2}$

$K_{SP} = [Ca^{+2}][F^-]^2$

$4.9 * 10^{-11} = [Ca^{+2}][2 * 10^{-2}]^2 \Rightarrow [Ca^{+2}] = \frac{4.9 * 10^{-11}}{4 * 10^{-4}} = 1.23 * 10^{-7}M$



لحل هذا النوع من المسائل نكتب معادلة تفكك الملح الشحيح ونكتب تركيز كل ايون تحته في المعادلة ثم نكتب قانون K_{SP} و نجد تركيز الايون المجهول (دائما الايون المجهول التركيز هنا هو OH) ثم نجد POH ثم PH

❖ **تمرين 3 – 19 ||** ماهي اقل دالة حامضية (PH) لمحلول يحوي ايون الحديد (III) بتركيز يساوي $2 * 10^{-10}$ التي اذا تم الوصول اليها او تجاوزها يبدأ راسب هيدروكسيد الحديد (III) بالظهور في المحلول علماً ان K_{SP} لهيدروكسيد الحديد (III) تساوي $5 * 10^{-38}$ علما ان $\sqrt[3]{250} = 6.3$ و $\log 6.3 = 0.8$

✓ **الحل ||**

❖ $Fe(OH)_3 \rightleftharpoons Fe^{+3} + 3OH^-$

$\quad\quad\quad\quad 2 * 10^{-10} \quad\quad ?$

$K_{SP} = [Fe^{+3}][OH^-]^3$

$5 * 10^{-38} = (2 * 10^{-10})[OH^-]^3$

$[OH^-]^3 = \dfrac{5 * 10^{-38}}{2 * 10^{-10}} = 2.5 * 10^{-28}$

$[OH^-]^3 = 250 * 10^{-30}$ بالجذر التكعيبي

$[OH^-] = 6.3 * 10^{-10}$

❖ $POH = -\log[OH^-]$

$POH = -\log 6.3 * 10^{-10}$

$POH = -(\log 6.3 - \log 10^{-10})$

$POH = -(0.8 + (-10))$

$POH = -(-9.2) \Rightarrow POH = 9.2$

❖ $PH = 14 - POH$

$PH = 14 - 9.2$

$PH = 4.8$

العوامل المؤثرة على الذوبانية

١- درجة الحرارة :- تزداد قابلية الذوبان لمعظم الاملاح الشحيحة بزيادة درجة الحرارة وتختلف هذه الزيادة من مادة الى اخرى حسب قوى الترابط بين الجزيئات

٢- تأثير الايون المشترك :- تقل قابلية الذوبان بوجود الايون المشترك حسب قاعدة لوشاتلية ويمكن الاستفادة من هذه الظاهرة في التحكم بعملية ذوبان الرواسب .

القسم الخامس :- حساب الذوبانية بوجود الايون المشترك

✓ ملاحظة :- حساب الذوبانية للملح الشحيح في الماء النقي هذا يعني حساب ذوبانية الملح الشحيح لوحدة كما تعلمنا في القسم الاول

لحل اسئلة حساب الذوبانية بوجود الايون المشترك نتبع الخطوات الاتية

١- نجد تركيز الالكتروليت المضاف عن طريق أ او ب او ج

أ- اذا اعطى كتلة للمضاف نجد تركيز من قانون

$$M_{mol/L} = \frac{m_g}{M_{g/mol} * V_L}$$

ب- اذا اعطى حجم وتركيز كبير للمضاف $(10M - 1M)$ نجد تركيز الالكتروليت المضاف بعد الاضافة من

$$M_1V_1 = M_2 \quad V_2$$

M_1V_1	=	M_2	V_2
للمضاف قبل الاضافة		للمضاف بعد الاضافة	حجم محلول الملح الشحيح

ج- اذا اعطى تركيز صغير فقط بدون حجم لا نجري عليه اي عملية

٢- نكتب معادلة تفكك الملح الشحيح ونكتب تحتها معادلة تفكك الالكتروليت القوي المضاف ونكتب تراكيزه تحت المعادلة ونأخذ تركيز الايون المشترك القادم من القوي ونجعله للايون المشترك القادم من الضعيف ونحسب تركيز الايون الاخر للملح الشحيح غير الايون المشترك .

ملح شحيح $MB \rightleftharpoons M^+ + B^-$

$?$ X

الكتروليت قوي $HB \rightarrow H^+ + B^-$

مضاف X 0 0

X X

$K_{SP} = [M^+][B^-]$

$K_{SP} = [?][X]$

❖ مثال 3 – 15 || ماهي الذوبانية المولارية لملح يودات الباريوم $Ba(IO_3)_2$ S = S = S

$(K_{SP} = 1.57 * 10^{-9})$

أ- في الماء النقي .

ب- في محلول يودات البوتاسيوم KIO_3*S تركيز 0.02M ثم قارن النتائج

- علما ان $\sqrt[3]{0.4} = 0.73$

✓ الحل || أ- نحسب الذوبانية في الماء النقي (كما تعلمنا للملح الشحيح وحدة)

❖ $Ba(IO_3)_2 \rightleftharpoons Ba^{+2} + 2IO_3^-$

S $2S$

$K_{SP} = [Ba^{+2}][IO_3^-]^2$

$K_{SP} = (S)(2S)^2$

$K_{SP} = 4S^3$

$1.57 * 10^{-9} = 4S^3$

$S^3 = \frac{1.57 * 10^{-9}}{4} \Rightarrow S^3 = 0.4 * 10^{-9}$ بالجذر

$S = 0.73 * 10^{-3}$

ب- بوجود الايون المشترك

$Ba(IO_3)_2 \rightleftharpoons Ba^{+2} + 2IO_3^-$

$?$

❖ $KIO_3 \rightarrow K^+ + IO_3^-$

0.02 0 0

0.02 0.02

$K_{SP} = [Ba^{+2}][IO_3^-]^2$

$1.57 * 10^{-9} = [Ba^{+2}](0.02)^2$

$[Ba^{+2}] = \frac{1.57 * 10^{-9}}{0.0004} \Rightarrow [Ba^{+2}] = 3.9 * 10^{-6}M$

ذوبانية يودات الباريوم قلت بوجود الايون المشترك .

❖ تمرين 3 – 17 || قيمة ثابت حاصل الاذابة لملح فلوريد المغنيسيوم MgF_2 تساوي $K_{SP} = 6.5 * 10^{-9}$

أ- احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في الماء النقي

ب- احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في محلول فلوريد الصوديوم NaF (الكتروليت قوي) تركيزه $(0.1\ mol/L)$ ثم قارن النتيجتين

علماً ان $\sqrt[3]{1.63} = 1.18$

✓ الحل ||

أ- نحسب الذوبانية للملح الشحيح وحده

- $MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^-$

$\quad\quad\quad\quad\quad S \quad\quad 2S$

$K_{SP} = [Mg^{+2}][F^-]^2$

$K_{SP} = (S)(2S)^2$

$K_{SP} = 4S^3$

$6.5 * 10^{-9} = 4S^3$

$S^3 = \frac{6.5 * 10^{-9}}{4} \Rightarrow S^3 = 1.63 * 10^{-9}$ بالجذر

$S = 1.18 * 10^{-3}$

ب- بوجود الايون المشترك

$MgF_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2F^-$

$\quad\quad\quad\quad\quad ?$

- $NaF \rightarrow Na^+ + F^-$

NaF	Na⁺	F⁻
0.1	0	0
	0.1	0.1

$K_{SP} = [Mg^{+2}][F^-]^2$

$6.5 * 10^{-9} = [Mg^{+2}](0.1)^2$

$[Mg^{+2}] = \frac{6.5 * 10^{-9}}{0.01} \Rightarrow [Mg^{+2}] = 6.5 * 10^{-7} M$

- تقل الذوبانية بوجود الايون المشترك .

❖ سؤال 3 – 6 || ذوبانية AgCl في محلولة المائي المشبع $1.34 * 10^{-5}$ احسب

❖ 1- ذوبانيته في 0.1 M من $CaCl_2$

❖ 2- بين هل يترسب AgCl في محلول يحتوي على ايونات Cl^- و Ag^+ كلا منهم بتركيز $1 * 10^{-6} M$

❖ الحل || 1- من الذوبانية في المحلول المشبع نجد Ksp ثم نجد الذوبانية مرة اخرى بوجود الايون المشترك

- $AgCl \rightleftharpoons Ag^{+1} + Cl^-$
  S S

$$K_{SP} = [Ag^{+1}][Cl^-]^2$$
$$K_{SP} = (S)(S)$$
$$K_{SP} = S^2$$
$$K_{SP} = (1.34 * 10^{-5})^2$$
$$K_{SP} = 1.8 * 10^{-10}$$

بوجود الايون المشترك

$AgCl \rightleftharpoons Ag^{+1} + Cl^-$
?

- $CaCl_2 \rightarrow Ca^{+2} + 2Cl^-$
  0.1 0 0
  0.1 0.2

$$K_{SP} = [Ag^{+1}][Cl^-]$$
$$1.8 * 10^{-10} = [Ag^{+1}](0.2)$$
$$[Ag^{+1}] = \frac{1.8 * 10^{-10}}{0.2} \Rightarrow [Ag^{+1}] = 9 * 10^{-10} M$$

2-نجد الحاصل الايوني للتراكيز ونقارن مع Ksp

$AgCl \rightleftharpoons Ag^{+1} + Cl^-$
$1 * 10^{-6}$ $1 * 10^{-6}$

الحاصل الايوني $= [Ag^{+1}][Cl^-]$

الحاصل الايوني $= [1 * 10^{-6}][1 * 10^{-6}] = 1 * 10^{-12}$

الحاصل الايوني $< K_{SP}$ لا يحصل ترسيب

❖ سؤال 3 – 10 || ما ذوبانية $BaSO_4$ في محلول مائي مشبع منه علما ان $K_{SP} = 1.6 * 10^{-10}$ وما ذوبانيته بعد اضافة $1ml$ من H_2SO_4 تركيزه $10M$ الى لتر من المحلول المشبع منه علماً ان $\sqrt{1.6} = 1.26$

✓ الحل ||

أ- نجد ذوبانية الملح الشحيح في محلوله المشبع

- $BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$

$\qquad\qquad S \qquad S$

$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

$K_{SP} = (S)(S)$

$K_{SP} = S^2$

$1.6 * 10^{-10} = S^2$ بالجذر

- $S = 1.26 * 10^{-5}$

ب-نجد الذوبانية الحل الشحيح بوجود الايون المشترك

- نلاحظ اعطى حجم وتركيز كبير للمضاف لذلك

1- $M_1V_1 = M_2V_2$

$10 * 1 = M_2 * 1000ml$ ← $1L = 1000ml$

$M_2 = \frac{10}{1000} = 0.01M$

$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$

$\qquad\qquad ?$

❖ $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{-2}$

H_2SO_4	$2H^+$	SO_4^{-2}
0.01	0	0
0	0.02	0.01

$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$

$1.6 * 10^{-10} = [Ba^{+2}] * (0.01)$

$[Ba^{+2}] = \frac{1.6 * 10^{-10}}{0.01}$

❖ $[Ba^{+2}] = 1.6 * 10^{-8}M$

❖ سؤال 3 – 12 | احسب الذوبانية المولارية (mol/L) والذوبانية بدلالة (g/L) لملح كبريتات الفضة Ag_2SO_4 $M = 314\ (g/mol)$ و $PK_{SP} = 4.92$

أ- في الماء النقي

ب- في محلول $0.15\ M$ كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4

• علما ان $\log 1.2 = 0.08$, $\sqrt[3]{3} = 1.4$, $\sqrt{20} = 4.4$

✓ الحل ||

أ- نحسب الذوبانية المولارية للملح الشحيح وحده ثم نحسب الذوبانية الغرامية g/L

• $K_{SP} = 10^{-PK_{SP}}$

$K_{SP} = 10^{4.92} \Rightarrow K_{SP} = 10^{-4.92+5-5}$

$K_{SP} = 10^{0.08-5} \Rightarrow K_{SP} = 10^{0.08} * 10^{-5}$

$K_{SP} = 10^{\log 1.2} * 10^{-5}$

$K_{SP} = 1.2 * 10^{-5}$

• $Ag_2SO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + SO_4^{-2}$

$\qquad\qquad 2S \qquad S$

$K_{SP} = [Ag^+]^2[SO_4^-]$

$K_{SP} = (2S)^2(S)$

$1.2 * 10^{-5} = 4S^3$

$S^3 = \frac{1.2 * 10^{-5}}{4} \Rightarrow S^3 = \frac{12 * 10^{-6}}{4} = 3 * 10^{-6}$

$S = 1.4 * 10^{-2} \Leftrightarrow S = 0.014\ mol$

• $S_{g/L} = S_{mol/L} * M_{g/mol}$

$S_{g/L} = 0.014 * 314 = 4.396\ g/L$

ب- نجد الذوبانية المولارية بوجود الايون المشترك ثم الذوبانية الغرامية بـ g/L

$Ag_2SO_4 \rightleftharpoons 2Ag^+ + SO_4^{-2}$

$\qquad\qquad 2S$

❖ $K_2SO_4 \rightarrow 2K^+ + SO_4^{-2}$

$0.15 \qquad 0 \qquad 0$

$0 \qquad 0.30 \qquad 0.15$

$K_{SP} = [Ag^+]^2[SO_4^{-2}]$

$1.2 * 10^{-5} = (2S)^2(0.15)$

$4S^2 = \frac{1.2 * 10^{-5}}{0.15} \Rightarrow 4S^2 = 8 * 10^{-5} \Rightarrow S^2 = \frac{8 * 10^{-5}}{4} \Rightarrow S^2 = 2 * 10^{-5}$

$s^2 = 20 * 10^{-6}$ بالجذر $\Rightarrow S = 4.4 * 10^{-3}$

$S_{g/L} = S_{mol/L} * M_{g/L}$

$S_{g/L} = 4.4 * 10^{-3} * 314 = 1.38\ g/L$

❖ ملاحظة || في بعض الاحيان يعطي مادتين في المحلول ويضيف لهم مادة تحوي ايون مشترك لهم ويكون المطلوب حساب اي المادتين تترسب اولا بعد اضافة الايون المشترك

❖ لحل هكذا سؤال نجد ذوبانية الايون المشترك مع كل مادة والاقل ذوبانية هو من يترسب اولا

❖ سؤال 16-3 || لتر من محلول 0.01M من ايونات Sr^{+2} و Ba^{+} اضيفت اليه كمية من Na_2SO_4 الصلب ايهما يترسب اولا $BaSO_4$ ام $SrSO_4$ بين ذلك رياضيا ولماذا ؟ علما ان

$$K_{SP\ BaSO_4} = 1.6 * 10^{-10}\ ,\quad K_{SP\ SrSO_4} = 3.8 * 10^{-7}$$

❖ الحل || نجد ذوبانية الايون المشترك مع كل مادة والاقل ذوبانية هو من يترسب اولا

$$BaSO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$\quad\quad 0.01$$
$$Na_2SO_4 \rightarrow 2Na^{+} + SO_4^{-2}$$
$$a \quad\quad 0 \quad\quad 0$$
$$0 \quad\quad 2a \quad\quad a$$

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$1.6 * 10^{-10} = (0.01)(a)$$

$$a = \frac{1.6 * 10^{-10}}{0.01} = 1.6 * 10^{-8}$$

$$SrSO_4 \rightleftharpoons Sr^{+2} + SO_4^{-2}$$
$$\quad\quad 0.01$$
$$Na_2SO_4 \rightarrow 2Na^{+} + SO_4^{-2}$$
$$a \quad\quad 0 \quad\quad 0$$
$$0 \quad\quad 2a \quad\quad a$$

$$K_{SP} = [Sr^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$3.8 * 10^{-7} = (0.01)(a)$$

$$a = \frac{3.8 * 10^{-7}}{0.01} = 3.8 * 10^{-5}$$

$BaSO_4$ يترسب اولا لانه يحتاج تركيز ايون مشترك اقل من $SrSO_4$

❖ سؤال 3 – 20 || الذوبانية المولارية $Pb(IO_3)_2$ في محلول 0.1M من $NaIO_3$ تساوي $2.4 * 10^{-11}$ احسب الذوبانية المولارية لـ $Pb(IO_3)_2$ في محلوله المائي المشبع ؟

❖ الحل || فكرة السؤال هي ايجاد Ksp من الذوبانية بوجود الايون المشترك ثم من Ksp نجد الذوبانية لـ $Pb(IO_3)_2$ في محلوله المائي المشبع

$$Pb(IO_3)_2 \rightleftharpoons Pb^{+2} + 2IO_3$$

$$2.4 * 10^{-11}$$

$NaIO_3$	$\rightarrow$	Na^+	+	IO_3
0.1		0		0
0		0.1		0.1

$$K_{SP} = [Pb^{+2}][IO_3]^2$$

$$K_{SP} = (2.4 * 10^{-11})(0.1)^2$$

$$K_{SP} = 2.4 * 10^{-13}$$

$$Pb(IO_3)_2 \rightleftharpoons Pb^{+2} + 2IO_3$$

$$S \qquad 2S$$



$$K_{SP} = [Pb^{+2}][IO_3]^2$$

$$K_{SP} = (S)(2S)^2$$

$$K_{SP} = 4S^3$$

$$2.4 * 10^{-13} = 4S^3$$

$$S^3 = \frac{2.4 * 10^{-13}}{4} = 0.6 * 10^{-13}$$

$$S^3 = 60 * 10^{-15}$$ بالجذر

$$S = 3.9 * 10^{-5}$$

❖ سؤال 3 – 14 || ماذوبانية ملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ في محلول يكون في تركيز كلوريد الباريوم $BaCl_2$ (الكتروليت قوي) يساوي $0.1M$ ؟

❖ اذا علمت ان $K_{SP}(BaCrO_4) = 1.2 * 10^{-10}$

✓ الحل || المطلوب ايجاد الذوبانية بوجود الايون المشترك فقط

$$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2} + CrO_4^{-2}$$
S

❖ $BaCl \rightarrow Ba^{+2} + 2Cl^-$

$BaCl$	Ba^{+2}	$2Cl^-$
0.1	0	0
0	0.1	0.2

$K_{SP} = [Ba^+][CrO_4^{-2}]$

$1.2 * 10^{-10} = (0.1)(S)$

$S = \frac{1.2 * 10^{-10}}{0.1}$

$S = 1.2 * 10^{-9}$

٣- تأثير الأس الهيدروجيني

تزداد ذوبانية الاملاح الشحيحة الحاوية على (OH^-) عند اضافة حامض (H^+) حيث تتحد (H^+) مع (OH^-) من الملح لتكوين جزي ماء وتقل ذوبانية الاملاح الشحيحة الحاوية على (OH^-)عند اضافة قاعدة (OH^-) بسبب وجود الايون المشترك

القسم السادس : عندما يعطي PH ويطلب ذوبانية ملح شحيح

لحل هذا النوع من الاسئلة من PH نجد POH ثم نجد (OH^-) حيث ان الملح يجب ان يكون حاويا على (OH^-) ونجد تركيز الايون الاخر

$$MOH \rightleftharpoons M^+ + OH^-$$

?   معلوم من PH

•

$K_{SP} = [M^+][OH^-]$

$[M^+] = \frac{K_{SP}}{[OH^-]}$



❖ تمرين 3 – 18 || احسب ذوبانية هيدروكسيد الخارصين في محلول ثبتت حامضيته عند :

أ) $PH = 6$ ب) $PH = 9$

❖ اذا علمت ان $K_{SP}(Zn(OH)_2) = 1.2 * 10^{-17}$ ثم ناقش النتائج .

✓ الحل || أ) $PH = 6$

من PH نجد POH ثم نجد $[OH^-]$ ثم نجد تركيز الايون الاخر (ذوبانية Zn)

- $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 6 = 8$

  $[OH^-] = 10^{-PH} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-8}$

- $Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^-$

  $S \qquad 10^{-8}$

- $K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$

  $1.2 * 10^{-17} = (S)(10^{-8})^2$

  $S = \frac{1.2 * 10^{-17}}{10^{-16}} = 1.2 * 10^{-1}M = 0.12\ M$

ب) $PH = 9$

من PH نجد POH ثم نجد $[OH^-]$ ثم نجد تركيز الايون الاخر (ذوبانية Zn)

- $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 9 = 5$

  $[OH^-] = 10^{-POH} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-5}$

- $Zn(OH)_2 \rightleftharpoons Zn^{+2} + 2OH^-$

  $S \qquad 10^{-5}$

  $K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$

  $1.2 * 10^{-17} = (S)(10^{-5})^2$

  $S = \frac{1.2 * 10^{-17}}{10^{-10}} = 1.2 * 10^{-7}M$

❖ نلاحظ قلت الذوبانية بزيادة PH

❖ مثال 3 – 16 | احسب الذوبانية المولارية لهيدروكسيد المغنيسيوم $K_{SP} = 1.8 * 10^{-11}$ في محلول مائي ثبتت درجة حموضته عند $PH = 10.5$ علما ان $\log 3.1 = 0.5$

✓ الحل | | من PH نجد POH ثم نجد $[OH^-]$ ونجد تركيز الايون الاخر (ذوبانية Mg)

- $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 10.5 = 3.5$
  $[OH^-] = 10^{-POH} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-3.5}$
  $[OH^-] = 10^{-3.5+4-4} \Rightarrow [OH^-] = 10^{0.5-4}$
  $[OH^-] = 10^{0.5} * 10^{-4} \Rightarrow [OH^-] = 10^{\log 3.1} * 10^{-4}$
  $[OH^-] = 3.1 * 10^{-4}$

- $Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{+2} + 2OH^-$
  $\quad\quad\quad\quad S \quad\quad 3.1 * 10^{-4}$
  $K_{SP} = [Mg^{+2}][OH^-]^2$
  $1.8 * 10^{-11} = (S) * (3.1 * 10^{-4})^2$
  $S = \frac{1.8 * 10^{-11}}{9.61 * 10^{-8}} = 1.9 * 10^{-4}$

❖ سؤال 3-21 | | الاس الهيدروجيني لمحلول مشبع من $Fe(OH)_2$ يساوي 9.5 احسب ذوبانيته في محلول له ثبتت حامضيته عند PH=10 ؟ علما ان Log3=0.5

✓ الحل | | من $PH = 9.5$ نجد POH ثم نجد $[OH^-]$ ونجد الذوبانية ثم Ksp .. ثم نجد الذوبانية لـ OH عند PH=10

- $POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 9.5 = 4.5$
  $[OH^-] = 10^{-POH} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-4.5}$
  $[OH^-] = 10^{-4.5+5-5} \Rightarrow [OH^-] = 10^{0.5-5}$
  $[OH^-] = 10^{0.5} * 10^{-5} \Rightarrow [OH^-] = 10^{\log 3} * 10^{-5}$
  $[OH^-] = 3 * 10^{-5} = 2S \Rightarrow S = \frac{3 * 10^{-5}}{2} = 1.5 * 10^{-5}$

- $Fe(OH)_2 \rightleftharpoons Fe^{+2} + 2OH^-$
  $\quad\quad\quad 1.5 * 10^{-5} \quad\quad 3 * 10^{-5}$
  $K_{SP} = [Fe^{+2}][OH^-]^2$
  $K_{SP} = (1.5 * 10^{-5}) * (3 * 10^{-5})^2$
  $K_{SP} = (1.5 * 10^{-5}) * (3 * 10^{-5})^2 \Rightarrow K_{SP} = 13.5 * 10^{-15}$

نجد الذوبانية لـ $Fe(OH)_2$ عند PH=10

$$POH = 14 - PH \Rightarrow POH = 14 - 10 = 4$$

$$[OH^-] = 10^{-POH} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-4}$$

- $$Fe(OH)_2 \rightleftharpoons Fe^{+2} + 2OH^-$$
  $$S \qquad 10^{-4}$$

$$K_{SP} = [Fe^{+2}][OH^-]^2$$

$$13.5 * 10^{-15} = (S) * (10^{-4})^2$$

$$S = \frac{13.5*10^{-15}}{10^{-8}} = 13.5 * 10^{-7} \Rightarrow S = 1.35 * 10^{-6}$$

حل مسائل (التخفيف بالماء)

اضافة الكتروليت قوي الى ماء

الالكتروليت القوي (حامض قوي او قاعدة قويه)

- لحل هذا النوع من الاسئلة (دائما المطلوب حساب PH)

١- نجد تركيز الالكتروليت القوي بعد الاضافة من خلال قانون التخفيف

$$M_1V_1 = M_2 \quad V_2$$

M_1V_1	=	M_2	V_2
للالكتروليت القوي قبل الاضافة		للالكتروليت القوي بعد الاضافة	حجم الماء

٢- نكتب معادلة تفكك الالكتروليت القوي ونجد تركيز H^+ اذا كان المضاف حامض قوي و نجد تركيز OH^- اذا كان المضاف قاعدة قوية ثم نجد PH

ملاحظة : اذا طلب التغير في PH دائما (PH = 7) للماء

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$

PH_2 المستخرج ، PH_1 للماء

❖ سؤال 3 – 2 | جد مقدار التغير في قيمة PH الماء عند اضافة الى لتر من المحاليل الاتية

١- 1ml من HCl تركيزه 10M

٢- 1ml من NaOH تركيزه 10M

✓ الحل ||

١- 1ml من HCL تركيزه 10M

1- $M_1V_1 = M_2V_2$

$10M * 1ml = M_2 * 1000ml \leftarrow 1L = 1000ml$ حجم الماء

$M_2 = \frac{10}{1000} = 0.01M$

$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$

2- $0.01 \quad 0 \quad 0$

$0 \quad 0.01 \quad 0.01$

$[H^+] = 0.01M \Leftrightarrow [H^+] = 10^{-2}$

$PH = -\log[H^+] \Rightarrow PH = -\log 10^{-2}$

$PH = -(-2) \Rightarrow PH = 2$

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

$\Delta PH = 2 - 7 = -5$

٢- 1ml من NaOH تركيزه 10M

1- $M_1V_1 = M_2V_2$

$10M * 1ml = M_2 * 1000ml \leftarrow 1L = 1000ml$ حجم الماء

$M_2 = \frac{10}{1000} = 0.01M$

$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$

2- $0.01 \quad 0 \quad 0$

$0 \quad 0.01 \quad 0.01$

$[OH^-] = 0.01M \Leftrightarrow [OH^-] = 10^{-2}$

$POH = -\log[OH^-] \Rightarrow POH = -\log 10^{-2}$

$POH = -(-2) \Rightarrow POH = 2$

$PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 2 = 12$

$PH = 12$

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

$\Delta PH = 12 - 7 = 5$

❖ **سؤال 3 – 17** || احسب قيمة الاس الهيدروجيني لمحلول ناتج من تخفيف 1ml من $10M$ حامض الهيدروكلوريك الى لتر من الماء ؟

✓ **الحل** ||

1- $M_1V_1 = M_2V_2$

$10\ M * 1ml = M_2 * 1000ml \longleftarrow 1L = 1000ml$ حجم الماء

$M_2 = \frac{10}{100} = 0.01M$

$$\begin{array}{cccc} HCl & \rightleftharpoons & H^+ & + & Cl^- \\ 0.01 & & 0 & & 0 \\ 0 & & 0.01 & & 0.01 \end{array}$$

2-

$[H^+] = 0.01M \Leftrightarrow [H^+] = 1 * 10^{-2}$

$PH = -\log[H^+]$

$PH = -\log 1 * 10^{-2}$

$PH = -(\log 1 + \log 10^{-2})$

$PH = -(0 + (-2))$

$PH = -(-2)$

$PH = 2$

❖ **سؤال 3-24** || اضيف 0.05 mol من محلول $Ba(OH)_2$ مرة الى لتر من الماء المقطر ومرة اخرى الى لتر من محلول مكون من HCN و NaCN كل منها بتركيز 0.3 M كم سيكون مقدار التغير في PH في الحالتين علما ان $K_{a\ (HCN)} = 6 * 10^{-10}$

الحل || | الحالة الاولى نحل حسب اضافة قاعدة قوية الى الماء والحالة الثانية اضافة قاعدة قوية الى محلول بفر مكون من حامض ضعيف وملحة القاعدي

الحالة الاولى | ال PH للماء تساوي 7 نجد ال PH بعد اضافة القاعدة للماء ثم نجد ΔPH

$$\begin{array}{ccccc} Ba(OH)_2 & \rightarrow & Ba^{+2} & + & 2OH^- \\ 0.05 & & 0 & & 0 \\ 0 & & 0.05 & & 0.1 \end{array}$$

$[OH^-] = 0.1M \Leftrightarrow [OH^-] = 10^{-1}$

$POH = -\log[OH^-] \Rightarrow POH = -\log 10^{-1}$

$POH = -(-1) \Rightarrow POH = 1$

$PH = 14 - POH \Rightarrow PH = 14 - 1 = 13$

$\Delta PH = PH_2 - PH_1$

$\Delta PH = 13 - 7 = 6$

الحالة الثانية | نجد PH لبفر قبل الاضافة و PH بعد اضافة $Ba(OH)_2$ ثم نجد ΔPH

❖ $PH = PK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]}$

❖ $PK_a = -\log K_a \Rightarrow PK_a = -\log 6 * 10^{-10}$

$PK_a = -(\log 6 + \log 10^{-10})$

$PK_a = -(0.0.78 + (-10))$

$PK_a = 9.22$

❖ $PH = 9.22 + \log\frac{0.3}{0.3}$

$PH = 9.22 + \log 1$

$PH = 9.22 + 0$

$PH = 9.22$

نحسب PH بعد اضافة القاعدة القوية $Ba(OH)_2$

هنا اعطى تركيز المضاف جاهز 0.05 M



$$Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{+2} + 2OH^-$$

$Ba(OH)_2$	Ba^{+2}	$2OH^-$
0.05	0	0
0	0.05	0.1

$[OH^-] = 0.1M$

$$PH = PK_a + \log\frac{[salt] + [OH^-]}{[acid] - [OH^-]}$$

$$PH = 9.22 + \log\frac{0.3 + 0.1}{0.3 - 0.1}$$

$$PH = 9.22 + \log\frac{0.4}{0.2}$$

$$PH = 9.22 + \log 2$$

$$PH = 9.22 + 0.3 \Rightarrow PH = 9.52$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$

$$\Delta PH = 9.52 - 9.22 = 0.3$$

سؤال 1-3 || اختر الجواب الصحيح

١- PH = 7 لأحد المحاليل الاتية

أ- NH_4NO_3

ب- $NaNO_2$

ج- $NaNO_3$

٢- مقدار التغير في PH , يكون كبيرا جدا عند اضافة HCl بتركيز عالي الى :

(أ) الماء المقطر

(ب) ماء البحر

(ج) محلول قاعدي

سؤال 3 – 5 | اكمل الفراغات في الجدول الاتي :

محلول	$[H_3O^+]$	$[OH^-]$	PH	POH
حامض قوي $0.15\ M\ HI$	0.15	$6.6 * 10^{-14}$	0.82	13.18
حامض ضعيف $0.15M\ HF$	$9.7 * 10^{-3}$	$1.02 * 10^{-12}$	2.01	11.99
قاعدة قوية $0.05\ M\ Ca(OH)_2$	$1 * 10^{-13}$	0.1	13	1.00
قاعدة ضعيفة $0.75\ M\ NH_4OH$	$2.7 * 10^{-12}$	$3.6 * 10^{-3}$	11.56	2.44
✓ علما ان ثابت تفكك الامونيا $1.8 * 10^{-5}$ وثابت تفكك فلوريد الهيدروجين $6.5 * 10^{-4}$				

حل اسئلة الفصل الثالث

السؤال	رقم الصفحة بالملزمة	السؤال	رقم الصفحة بالملزمة
س١	موجود ص (65)	س٢٠	موجود ص (57)
س٢	موجود ص (62)	س٢١	موجود ص (60)
س٣	موجود ص (20)	س٢٢	موجود ص (17)
س٤	موجود ص (46)	س٢٣	موجود ص (40)
س٥	موجود ص (65)	س٢٤	موجود ص (63)
س١٢	موجود ص (55)		
س١٣	موجود ص (45)		
س١٤	موجود ص (58)		
س١٥	موجود ص (21)		
س١٦	موجود ص (56)		
س١٧	موجود ص (63)		
س١٨	موجود ص (48)		
س١٩	موجود ص (39)		

الأسئلة الوزارية الخاصه بالفصل الثالث سنة ٢٠١٧

تمهيدي 2017

- عرف المواد غير الالكتروليتية
- تمرين 3-9
- هل يتكون راسب عند مزج 10 ml من من 0.001 M محلول يحوي ايونات SO_4^{-2} و 10 ml من 0.0001 M محلول يحوي ايونات Pb^{+2} علما ان $Ksp = 1.6 * 10^{-8}$

دور اول2017

- سؤال 3-9
- مثال 3-11 (تغير بسيط)
- علل | محاليل الاملاح المشتقة من قواعد وحوامض ضعيفة تكون ذات صفة قاعدية دائما

دور ثاني 2017

- علل | محاليل الاملاح المشتقة من قواعد قوية وحوامض قوية تكون متعادلة
- سؤال 3 – 21
- احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH لمحلول يحتوي NH_3 بتركيز 0.2 M و NH_4Cl بتركيز 0.4M وقارن النتيجة بعد اضافة 0.05M من $Ba(OH)_2$ علما ان $PK_b= 4.7$

دور ثالث 2017

- اذا علمت ان لتر واحد من المحلول الشبع لـ $BaSO_4$ الذائب $M = 233\ g/mol$ يحوي $0.0025\ g$من هذا الملح بين هل يتكون راسب في محلول يحوي ايونات SO_4^{-2} بتركيز 0.01 M من محلول يحتوي احد ايونات SO_4^{-2} و 0.001 M من Ba^{+2}
- سؤال 3 – 23
- علل | عند اذابة املاح مشتقة من حوامض ضعيفة وقواعد قوية في الماء يكون المحلول قاعدي

تمهيدي 2018

- سؤال 3 – 22
- سؤال 3 - 20
- فراغ | لتر من محلول KOH , له يساوي POH 3.3 فأن PH يساوي ....

بعض النصائح المهمه حول الفصل الرابع (الكيمياء الكهربائية)

المواضيع التي دائما تتكرر في الوزاري في هذا الفصل هي

١- مسئلة من مسائل فرق الجهد $E°_{Cell}$
٢- مسائل معادلة نيرنست
٣- مسائل فراداي

اهم شي تحفظ اعداد التأكسد للعناصر (صفحة 3) وذا ماحفظتهه هم تصير مثل الاطرش بالزفه لأن كلشي ماتعرف تحل بهذا الفصل

ملخص الفصل الرابع

يتمحور الفصل الرابع حول نوعين من الخلايا

١- الخلايا الكلفانية : تحول الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية وتشمل
أ- التأكسد والاختزال : المادة التي زاد عدد تأكسدها عانت اكسدة والتي قل عدد تأكسدها عانت اختزال
ب- العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة : المادة التي عانت اكسدة هي عامل ومختزل والمادة التي عانت اختزال هي عامل مؤكسد
ت- موازنة المعادلة بطريقة نصف التفاعل و في وسط حامضي وفي وسط قاعدي: موضوع بسيط ماعليك سوى اتباع الخطوات الموجودة وحل بصورة متسلسلة
ث- الانود والكاثود : المادة التي عانت اكسدة انود والتي عانت اختزال كاثود
ج- حساب $E°_{Cell}$: اهم خطوة لحساب $E°_{Cell}$ يجب ان نحدد الانود والكاثود حيث نقلب اشارة الجهد المختار انود
ح- العلاقة بين ثابت الاتزان وجهد الخلية والطاقة الحرة : موضوع بسيط ومفصل في الملزمة (تطبيق مباشر على القوانين)
خ- معادلة نيرنست : نميز السؤال على معادلة نيرنست اذا اعطى تراكيز غير $(1\ M)$ نكتب معادلة نيرنست ونحل مباشرةً

٢- الخلايا الالكتروليتية : تحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية وتشمل قوانين فراداي ومسائل فراداي مهمه وتوجد ملاحظات في الملزمة لحل جميع اسئلة فرادي

الفصل الرابع الكيمياء الكهربائية

▪ 4 – 1 | مقدمة

الكيمياء الكهربائية : وهي فرع من فروع علم الكيمياء تهتم بالتحولات بين الطاقة الكيميائية والطاقة الكهربائية .

- تحصل بعض التفاعلات نتيجة امرار تيار كهربائي كما تؤدي بعض التفاعلات الكيميائية الى نشوء تيار كهربائي .

4 – 2 | اعداد التأكسد :

وهي اعداد سالبة اوموجبة فوق العنصر وتمثل عدد الالكترونات التي تكسبها او تفقدها الذرات .

• القواعد المستخدمة لحساب اعداد التأكسد :

١- عدد التأكسد لأي عنصر غير متحد (عنصر حر) يساوي صفر :

$Na, Ba, K, Pb, H_2, O_2, P_4 = 0$

٢- عدد التأكسد للأيون احادي الذرة يساوي الشحنة على هذا الايون :

$Li^{+} \Rightarrow Li = +1 \,,\quad Fe^{+3} = Fe = +3$

٣- عدد التأكسد للهيدروجين $(+1)$ ماعدا في الهيدريدات فيأخذ (-1)

$\Rightarrow H = -1$ هيدريد الصوديوم NaH اما في بقية المركبات $= +1$

٤- عدد التأكسد للأوكسجين دائماً (-2) ماعدا في البيروكسيدات يكون (-1) :

مثل بيروكسيد الهيدروجين $H_2O_2 \Rightarrow O = -1$

٥-

أ- عدد التأكسد لعناصر الزمره الاولى هو $(+1)$

$Ag, K, Na, Rb, Li = +1$

ب-عدد التأكسد لعناصر الزمرة الثانية هو $(+2)$

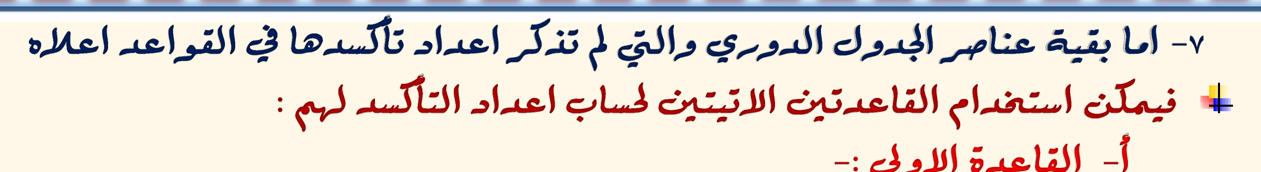
$Be, Sr, Ca, Mg = +2$

ت-عدد التأكسد لعناصر الزمرة الثالثة هو $+3$

$Ga, Al, B, In = +3$

٦- عدد التأكسد لعناصر الزمرة السابعة الهالوجينات هو (-1)

$F, Cl, Br, I = -1$



٧- اما بقية عناصر الجدول الدوري والتي لم تتذكر اعداد تأكسدها في القواعد اعلاه

- فيمكن استخدام القاعدتين الاتيتين لحساب اعداد التأكسد لهم :

أ- القاعدة الاولى :-

- مجموع اعداد التأكسد لجميع الذرات في المركب المتعادل يساوي صفر

$CuCl_2 \Rightarrow Cu = ?\ , Cl = -1$

$CuCl_2 = 0$

$(Cu) + (-2) = 0 \Rightarrow Cu = +2$

ب- القاعدة الثانية :-

- مجموع اعداد التأكسد للذرات في ايون متعدد الذرات يساوي شحنة الايون

$H_2PO_4^-$ في $O = -2\ ,\quad P = ?\ ,\quad H = +1$

$2 * H + P * 1 + O * 4 = -1$

$2 * (+1) + P * 1 + (-2) * 4 = -1$

$2 + P - 8 = -1$

$P = +8 - 2 - 1$

$P = +5$

طريقة سهلة لحفظ اعداد التأكسد

١- اي عنصر غير متحد (ذرة او ايون) عدد تأكسده يساوي الرقم الي فوكاه واذا ماكو رقم يعني صفر

اما اذا بالمركبات فأن اعداد التأكسد للعناصر على اساس الاتي :

٢- الهيدروجين دائما $(+1)$ ما عدا في الهيدريدات :

- مثل هيدريد الصوديوم NaH يكون $H = -1$

٣- الاوكسجين دائما (-2) ماعدا في البيروكسيدات

- مثل بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 يكون $O = -1$

٤- العناصر التي عددها التأكسدي يساوي $+1$ هي :

$Ag,\ K\ ,H\ ,Rb\ ,Li\ ,Na$

- ويمكن حفظها بجملة (اجه كهرب لينا)

٥- العناصر التي عددها التأكسدي يساوي (-1) هي :

$Cl\ \ ,F\ ,I\ \ ,Br$

- ويمكن حفظها بجملة (كل فايبر)

(لكنها من تجي مع الاوكسجين ماتبقى -1 تصير موجب ونحسبها من القاعدة)

٦- العناصر التي عددها التأكسدي يساوي +2 هي :

Be , Sr , Ca , Mg

- ويمكن حفظها بجملة (بي سركاميج)

٧- العناصر التي عددها التأكسدي يساوي (+3) هي :

Ga , Al , B , In

- ويمكن حفظها بجملة (جا البين)

٨- اي عنصر من عناصر الجدول الدوري لا يوجد في الملاحظات اعلاه

نستخرج عدد التأكسد له من القاعدة التي تقول :

- الشحنة الكلية = مجموع اعداد التأكسد للعناصر في المركب او الايون

❖ مثال توضيحي || جد عدد التأكسد (S) في الايون SO_4^{-2}

✓ الحل

نلاحظ ان (S) لا يوجد ضمن العناصر في الملاحظات اعلاه نستخرج عدد تأكسده من القاعدة

$$S * 1 + O * 4 = -2$$
$$S + (-2) * 4 = -2$$
$$S - 8 = -2$$
$$S = +8 - 2 \Rightarrow S = +6$$

❖ مثال توضيحي اخر || جد عدد تأكسد (C) في المركب CH_4

✓ الحل |

نلاحظ ان (C) لا يوجد ضمن العناصر في الملاحظات اعلاه نستخرج عدد تأكسده من القاعدة

$$C * 1 + H * 4 = 0$$
$$C + (+1) * 4 = 0$$
$$C + 4 = 0$$
$$C = -4$$

٩- الهالوجينات كما اتفقنا هي تأخذ العدد التأكسدي (−1)

- لكن في حال اتى مركب (الهالوجين + اوكسجين) او(هالوجين + هالوجين)

يكون هنا عدد تأكسد الهالوجين عدد موجب ونحسب عدد تأكسد الهالوجين بواسطة الاوكسجين

❖ مثال توضيحي ||

BrO_3^{-1} $Br + (-2) * 3 = -1$ $Br - 6 = -1$ $Br = +6 - 1$ $Br = +5$	ClO_4^{-3} $Cl + (-2) * 4 = -3$ $Cl - 8 = -3$ $Cl = +8 - 3$ $Cl = +5$

❖ انتبه || تكدر تحسب احساب عرب على اساس انه المركب يحوي شحنة موجبة و سالبة.
في المركب المتعادل يجب ان تكون الشحنة الموجبة تساوي الشحنة السالبة اما في الايون فاذا كان الايون موجب هذا يعني ان الشحنة الموجبة اكثر من الشحنة السالبة بمقدار (الشحنة) و اذا كان الايون سالب هذا يعني ان الشحنة السالبة اكثر من الشحنة الموجبة بمقدار (الشحنة)

$SO_3^{-2} = -2$ $\frac{S}{+4}\ \frac{O_3}{-6} = -2$ $+4\ - 6 = -2$	$NH_4^{+1} = +1$ $\frac{N}{-3}\ \frac{H_4}{+4} = +1$ $-3\ + 4 = +1$	$SO_2 = 0$ $\frac{S}{+4}\ \frac{O_2}{-4} = 0$ $+4\ - 4 = 0$

❖ مثال 4 – 1 | حدد اعداد تأكسد العناصر في المركبات والايونات والذرات الاتية :

$SO_2,\ KCl\ ,Mg^{+2}\ ,PO_4^{-3},\ BaO\ ,F_2$

✓ الحل ||

- $F_2 \Rightarrow F = 0$ لأنه عنصر حر
- $BaO \Rightarrow BaO = 0$
  $Ba + (-2) = 0 \Rightarrow Ba = +2$
- PO_4^{-3}
  $P + (-2) * 4 = -3 \Rightarrow P - 8 = -3$
  $P = +8 - 3 \Rightarrow P = +5$
- $Mg^{+2} \Rightarrow Mg = +2$
- $KCl \Rightarrow K = +1\ , Cl = -1$
- $SO_2 \Rightarrow S + (-2) * 2 = 0$
  $S - 4 = 0 \Rightarrow S = +4$

استراحه || كلماتي

كلبي من الهجر ذاب وتأكسد

اختزل حبي لجن حبك تأكسد

اهم شي تحفظ اعداد التأكسد

لأن ماتعرف تحل لوما هيه

❖ تمرين 4 – 1 | احسب عدد تأكسد العناصر المشار اليها باللون الاحمر في المركبات و الايونات الاتية

MnO_4^{-1} , $K_2Cr_2O_7$, $NaIO_3$, H_2SO_4 , H_2CO_3 , HPO_4^{-2}

✓ الحل |

- $MnO_4^{-1} \Rightarrow MnO_4 = -1$
  $Mn + (-2) * 4 = -1 \Rightarrow Mn - 8 = -1$
  $Mn = +8 - 1 \Rightarrow Mn = +7$
- $K_2Cr_2O_7 \Rightarrow K_2Cr_2O_7 = 0$
  $+1 * 2 + Cr * 2 + (-2) * 7 = 0 \Rightarrow 2 + 2Cr - 14 = 0$
  $2Cr - 14 + 2 = 0 \Rightarrow 2Cr - 12 = 0$
  $2Cr = +12 \Rightarrow Cr = \frac{+12}{2} \Rightarrow Cr = +6$
- $NaIO_3 \Rightarrow NaIO_3 = 0$
  $+1 + I + (-2) * 3 = 0$
  $I + 1 - 6 = 0 \Rightarrow I - 5 = 0$
  $I = +5$
- $H_2SO_4 \Rightarrow H_2SO_4 = 0$
  $+1 * 2 + S + (-2) * 4 = 0$
  $2 + S - 8 = 0 \quad \Rightarrow S = +6$
- $H_2CO_3 \Rightarrow H_2CO_3 = 0$
  $+1 * 2 + C + (-2) * 3 = 0$
  $2 + C - 6 = 0 \quad \Rightarrow C - 6 + 2 = 0$
  $C - 4 = 0 \Rightarrow C = +4$
- $HPO_4^{-2} \Rightarrow HPO_4 = -2$
  $+1 * 1 + P * 1 + (-2) * 4 = -2$
  $1 + P - 8 = -2 \Rightarrow P + 1 - 8 = -2$
  $P - 7 = -2 \Rightarrow P = +7 - 2 \Rightarrow P = +5$

❖ 4 – 3 | تفاعلات التأكسد والاختزال

- **التأكسد :-** عباره عن تغير كيميائي يصحبة فقدان الالكترونات من ذرة او مجموعة من الذرات و يؤدي الى زيادة في عدد التأكسد
  $Na^o \rightarrow Na^{+1} + e^-$
- **الاختزال :-** هو عباره عن تغير كيميائي تكتسب فيه الذرة او مجموعة من الذرات الكترونات ويؤدي الى نقصان في عدد التأكسد
  $Cl + e^- \rightarrow Cl^{-1}$

ملاحظات

١- المادة التي تعاني اكسدة
- مادة عانت تأكسد = عامل مختزل = فقدان الكترونات = زيادة عدد التأكسد = أنود

٢- المادة التي تعاني اختزال
- مادة تعاني اختزال = عامل مؤكسد = اكتساب الكترونات = نقصان عدد التأكسد = كاثود

٣- معادلة نصف تفاعل الاكسدة :
- هي للمادة التي تعاني اكسده وتكون الالكترونات المفقودة في النواتج

٤- معادلة نصف تفاعل الاختزال :
- هي للمادة التي تعاني اختزال وتكون الالكترونات المكتسبة في المتفاعلات

٥- المعادلة العامة للتفاعل هي حاصل جمع نصف تفاعل اكسده مع نصف تفاعل اختزال

❖ **أنتبه ||** شلون تعرف الذرات الي عانت اكسدة و الي عانت اختزال اول شيء لازم نعرف اعداد التأكسد للذرة بالمتفاعلات شكد وبالنواتج شكد بعد ماعرفنه عدد التأكسد للذرة

❖ نشوفه اذا زاد نكول عانت اكسدة

- Fe من $2+$ الى $3+$ ← $\xrightarrow{\text{زيادة عدد التأكسد}}$ $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3} + 1e$
- Na من صفر الى $1+$ ← $\xrightarrow{\text{زيادة عدد التأكسد}}$ $Na^{0} \rightarrow Na^{+1} + e$

- اذا نقص عدد التأكسد نكول عانت اختزال

- Fe من $3+$ الى $2+$ ← $\xrightarrow{\text{نقصان عدد التأكسد}}$ $Fe^{+3} + 1e \rightarrow Fe^{+2}$
- Na من $1+$ الى صفر ← $\xrightarrow{\text{نقصان عدد التأكسد}}$ $Na^{+1} + e \rightarrow Na^{0}$
- Cl من صفر الى -1 ← $\xrightarrow{\text{نقصان عدد التأكسد}}$ $Cl^{0} + e \rightarrow Cl^{-1}$

❖ ملاحظة || انتبه الموجب اكبر من الصفر والسالب اصغر من الصفر

يعني من (0 الى -1) نقصان ومن (-1 الى 0 زيادة)

❖ مثال توضيحي | حدد الذرات التي تعاني اكسدة والتي تعاني اختزال :

$$2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$$

- نلاحظ ان بالمتفاعلات Cl , Na عناصر حرة لذلك عدد تأكسدهم يساوي صفر بينما في النواتج NaCl مركب:

- نعرف ان
  - (Na) من جماعة اجه كهرب لينا يعني $+1$
  - (Cl) من جماعة كل نايبر يعني -1

$$2Na + Cl_2 \rightarrow 2Na^{+1}Cl^{-1}$$

$2Na^{0} \rightarrow 2Na^{+1} + 2e$ نصف تفاعل اكسدة

$Cl^{0} + 2e \rightarrow 2Cl^{-1}$ نصف تفاعل اختزال

❖ مثال توضيحي | حدد الذرات التي تعاني اكسدة والتي تعاني اختزال

$$PCl_5 + 4H_2O \rightarrow H_3PO_4 + 5HCl$$

- شلون نحل: نجي على الذرات وحده وحده ونحسب عدد التأكسد لهن بالمتفاعلات شكد وبالنواتج شكد مثلا اشوف P بالمتفاعلات

- $PCl_5 \Rightarrow PCl_5 = 0 \quad \Rightarrow P + (-1) * 5 = 0 \quad \Rightarrow P = +5$

- بعدين اشوفه بالنواتج :

- $H_3PO_4 \quad \Rightarrow H_3PO_4 = 0 \quad \Rightarrow +1 * 3 + P + (-2) * 4 = 0$
  $3 + P - 8 = 0 \quad \Rightarrow P = 8 - 3 \quad \Rightarrow P = +5$

- ∵ P ماتغير عدده التأكسدي يعني لا عانى اكسده ولا اختزال ونحسب O , H , Cl كل واحد مره بالمتفاعلات ومره بالنواتج راح نحصل انه :

- $P^{+5}Cl_5^{-1} + 4H_2^{+1}O^{-2} \rightarrow H_3^{+1}P^{+5}O_4^{-2} + 5H^{+1}Cl^{-1}$

- راح نشوف ان الذرات ما تغير عدده التأكسدي لا زاد ولا نقص اذا هذا التفاعل ليس تفاعل اكسدة واختزال

ملاحظة ||

كل تفاعل اكسدة يقابله تفاعل اختزال :

لان كمية الإلكترونات المفقودة = كمية الالكترونات المكتسبة

❖ مثال 4 – 2 | حدد الذرات التي تعاني تأكسد وتلك التي تعاني اختزال في التفاعلات التالية مع كتابة انصاف التفاعلات التأكسد والاختزال :

1- $Cl_2 + 2I^- \rightarrow 2Cl^- + I_2$
2- $Mg + Fe^{+2} \rightarrow Mg^{+2} + Fe$

✓ الحل ||

1- $Cl_2 + 2I^- \rightarrow 2Cl^- + I_2$

$2I^- \rightarrow I_2^0 + 2e^-$ نصف تفاعل اكسدة

$Cl_2^0 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$ نصف تفاعل اختزال

$2I^- + Cl_2^0 \rightarrow I_2^0 + 2Cl^-$

2- $Mg + Fe^{+2} \rightarrow Mg^{+2} + Fe$

$Mg^o \rightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ نصف تفاعل اكسدة

$Fe^{+2} + 2e^- \rightarrow Fe^o$ نصف تفاعل اختزال

$Mg + Fe^{+2} \rightarrow Mg^{+2} + Fe$

❖ تمرين 4 – 2 | حدد الذرات التي تعاني تأكسد وتلك التي تعاني اختزال في التفاعلات التالية مع كتابة انصاف التفاعلات التأكسد والاختزال.

1- $Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu$
2- $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$

✓ الحل ||

1- $Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu$

$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ نصف تفاعل اكسدة

$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu^0$ نصف تفاعل اختزال

$Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu$

2- $Mg^o + 2H^+Cl^- \rightarrow Mg^{+2}Cl_2^{-1} + H_2^0$

$Mg^o \rightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ نصف تفاعل اكسدة

$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2^0$ نصف تفاعل اختزال

$Mg^0 + 2H^+ \rightarrow Mg^{+2} + H_2^0$

❖ 4 – 4| العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة

- العامل المؤكسد :- هي المادة التي عانت اختزال ولها القابلية على اكسدة مادة اخرى .
- العامل المختزل :- هي المادة التي عانت اكسدة و لها القابلية على اختزال مادة اخرى .

ملاحظات

١- العامل المؤكسد هو المادة التي عانت اختزال
٢- العامل المختزل هو المادة التي عانت اكسدة
٣- العامل المؤكسد يحتاج عامل مختزل والعكس صحيح
٤- تفاعل الاكسدة يحتاج عامل مؤكسد وتفاعل الاختزال يحتاج الى عامل مختزل

❖ مثال 4 – 3 | حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من التفاعلات الاتية :

1- $Zn + CuSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Cu$
2- $Cu + 2AgNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$

✓ الحل || العامل المختزل هو المادة التي عانت اكسدة والعامل المؤكسد هو المادة التي عانت اختزال

1. $Zn^0 + Cu^{+2}S^{+6}O_4^{-2} \rightarrow Zn^{+2}S^{+6}O_4^{-2} + Cu^0$
$Zn^0 \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ — Zn عانى اكسدة هو عامل مختزل
$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu^0$ — Cu عانى اختزال هو عامل مؤكسد

2- $Cu^0 + 2Ag^{+1}N^{+6}O_3^{-2} \rightarrow Cu^{+2}(N^{+6}\ O_3^{-2})_2 + 2Ag^0$
$Cu^0 \rightarrow Cu^{+2} + 2e^-$ — Cu عاني اكسد هو عامل مختزل
$2Ag^{+1} + 2e^- \rightarrow 2Ag^0$ — Ag عاني اختزال هو عامل مؤكسد

❖ تمرين 4 – 3 | حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل في كل من التفاعلات الاتية :

1- $2C + O_2 \rightarrow 2CO$
2- $Mg + Cl_2 \rightarrow MgCl_2$
3- $Mg + Fe^{+2} \rightarrow Mg^{+2} + Fe$

✓ الحل || العامل المختزل هو المادة التي عانت اكسدة والعامل المؤكسد هو المادة التي عانت اختزال

1- $2C^0 + O_2^0 \rightarrow 2C^{+2}O^{-2}$ — $(C + (-2) = 0 \ \Rightarrow C + 2)$
$2C \rightarrow 2C^{+2} + 4e^-$ — C: عانى اكسدة هو عامل مختزل
$O_2 + 4e^- \rightarrow 2O^{-2}$ — O_2: عانى اختزال هو عامل مؤكسد

2- $Mg^0 + Cl_2^0 \rightarrow Mg^{+2}Cl_2^{-1}$
$Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ — Mg: عانى اكسدة هو عامل مختزل
$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^{-1}$ — O_2: عانى اختزال هو عامل مؤكسد

3- $Mg^0 + Fe^{+2} \rightarrow Mg^{+2} + Fe^0$
$Mg^0 \rightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ — Mg: عانى اكسدة هو عامل مختزل
$Fe^{+2} + 2e^- \rightarrow Fe^0$ — Fe: عانى اختزال هو عامل مؤكسد



❖ مثال اضافي واجب | حدد العامل المؤكسد والعامل المختزل للتفاعلات الاتية :

1- $Zn^{+2} + Sn^{+2} \rightarrow Zn + Sn^{+4}$

2- $Au + Fe^{+3} \rightarrow Fe + Au^{+3}$

❖ تمرين 4 – 4 | هل يحتاج حدوث انصاف التفاعلات الاتية لعامل ام عامل مختزل ولماذا؟

1- $Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ نصف تفاعل اكسدة (يحتاج الى عامل مؤكسد)

2- $Ce^{+4} + e^- \rightarrow Ce^{+3}$ نصف تفاعل اختزال (يحتاج عامل مختزل)

3- $4H^+ + O_2 + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ نصف تفاعل اختزال (يحتاج عامل مختزل)

❖ ملاحظة || المادة التي تعاني اكسدة تحتاج عامل مؤكسد (يأكسدها) والمادة التي تعاني اختزال تحتاج الى عامل مختزل (ليختزلها)

❖ تمرين 4 – 5 | اكتب معادلات نصفي الخلية في التفاعلات الاتيه ؟

1- $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$

- $2H_2O_2 \rightarrow O_2$ نصف تفاعل اكسدة
- $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O$ نصف تفاعل اختزال

2- $Cl_2 + 2OH^{-1} \rightarrow ClO^{-1} + Cl^{-1} + H_2O$

- $Cl \rightarrow ClO^-$ نصف تفاعل اكسدة
- $Cl \rightarrow Cl^-$ نصف تفاعل اختزال

❖ 4 – 5| التأكسد والاختزال الذاتي :

هو تفاعل يحدث فيه تفاعلات تأكسد واختزال لنفس الذرة كالتفاعل الاتي :

$$Br_2 + 2OH^{-1} \rightarrow BrO^{-1} + Br^{-1} + H_2O$$

$$Br \rightarrow BrO^{-} \qquad (Br + (-2) = -1Br = +1)$$

- حيث تأكسد Br الى Br^{+1} حيث تغير عدد تأكسده من (0 الى +1)

$$Br \rightarrow Br^{-}$$

- حيث اختزل Br الى Br^{-1} حيث تغير عدد تأكسده من (0 الى −1)

❖ 4 – 6| موازنة معادلات التأكسد والاختزال

تستخدم المعادلة الكيميائية للتعبير عن التفاعل الكيميائي ولأهميتها في الحسابات الكيميائية لابد من كتابتها موزونة لتحقيق قانوني حفظ المادة وحفظ الشحنة .

ومن اهم الطرائق التي تفيد في موازنة المعادلات :

١- طريقة المحاولة والخطأ (تمت دراستها سابقاً)
٢- طريقة نصف التفاعل
٣- طريقة موازنة المعادلات بوسط حامضي
٤- طريقة موازنة المعادلات بوسط قاعدي

١- طريقة نصف التفاعل

يأتي السؤال (زن المعادلة الاتية بطريقة نصف التفاعل)

لحل هذا النوع من الاسئلة :

١- نقسم التفاعل الى قسمين نصف تفاعل اكسدة ونصف تفاعل اختزال .
٢- نوازن كل نصف تفاعل من حيث اعداد الذرات (تحقيق قانون حفظ الكتلة)
٣- نكتب عدد الالكترونات المفقودة في تفاعل الاكسدة والمكتسبة في تفاعل الاختزال
٤- نوازن عدد الالكترونات بحيث يكون عدد الالكترونات المفقودة يساوي عدد الالكترونات المكتسبة عن طريق ضرب كل معادلة بعدد معين ليكون
عدد الالكترونات | المفقودة = المكتسبة
٥- نجمع المعادلتين ليكون الناتج المعادلة الاصلية الموزونة .

انتبه || اهم شي قبل لاتحل لازم تعرف عدد تأكسد كل عنصر بالمعادلة المراد موازنتها بعدها تقسم التفاعل نصف تفاعل اكسدة ونصف تفاعل اختزال ونوازن عدد الذرات في كل نصف تفاعل بعدين نكتب عدد الالكترونات المفقودة في نواتج نصف تفاعل الاكسدة والالكترونات المكتسبة في متفاعلات تفاعل الاختزال ثم نوازن عدد الالكترونات حيث نضرب كل معادلة بعدد مختلف كون يطلع عدد الالكترونات المفقودة يساوي عدد الالكترونات المكتسبة بعدين نجمع المعادلتين

❖ ملاحظة || عدد الالكترونات هو الفرق في عدد التأكسد لاحظ التفاعل :

$Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3}$ نلاحظ ان : $+2 \rightarrow +3$ | الفرق $(+1)$ يعني فقط $(1e)$

❖ مثال 4 – 4 | زن المعادلة الاتية بطريقة نصف التفاعل : $Al + H^+ \rightarrow Al^{+3} + H_2$

✓ الحل ||

١- نقسم التفاعل الى نصف تفاعل اكسدة ونصف تفاعل اختزال

1- $Al \rightarrow Al^{+3}$ نصف تفاعل اكسدة

$H^+ \rightarrow H_2$ نصف تفاعل اختزال

٢- نوازن اعداد الذرات في كل من نصف التفاعل

2- $Al \rightarrow Al^{+3}$ نصف تفاعل اكسدة

$2H^+ \rightarrow H_2$ نصف تفاعل اختزال

٣- نكتب الالكترونات المفقودة في تفاعل الاكسدة والمكتسبة في تفاعل الاختزال

3- $Al \rightarrow Al^{+3} + 3e^-$ تأكسد

$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ اختزال

٤- نوازن عدد الالكترونات حيث نضرب معادلة التأكسد ب (2) ومعادلة الاختزال ب (3)

4- $2Al \rightarrow 2Al^{+3} + 6e^-$ تأكسد

$6H^+ + 6e^- \rightarrow 3H_2$ اختزال

٥- نجمع المعادلتين

5- $2Al + 6H^+ \rightarrow 2Al^{+3} + 3H_2$

❖ مثال 4 – 5 | زن المعادلة الاتية بطريقة نصف التفاعل : $I^{-} + Hg^{+2} \rightarrow I_2 + Hg_2^{+2}$

✓ الحل || نحل حسب الخطوات الخمسة :

1) $I^{-} \rightarrow I_2$ نصف تفاعل تأكسد

$Hg^{+2} \rightarrow Hg_2^{+2}$ نصف تفاعل اختزال

2) $2I^{-} \rightarrow I_2$ تأكسد

$2Hg^{+2} \rightarrow Hg_2^{+2}$ اختزال

3) $2I^{-} \rightarrow I_2 + 2e^{-}$ تأكسد

$2Hg^{+2} + 2e \rightarrow Hg_2^{+2}$ اختزال

4) نلاحظ عدد e مفقودة = e مكتسبة

5) $2I^{-} \rightarrow I_2 + 2e^{-}$ تأكسد

$2Hg^{+2} + 2e \rightarrow Hg_2^{+2}$ اختزال

- $2I^{-} + 2Hg^{+2} \rightarrow I_2 + Hg_2^{+2}$

❖ تمرين 4 – 6 | زن المعادلات الاتية بطريقة نصف التفاعل :

1- $Al + Hg_2^{+2} \rightarrow Al^{+3} + Hg$

2- $O^{-2} + Cl^{+5} \rightarrow O_2 + Cl^{-}$

3- $Fe^{+3} + Sn^{+2} \rightarrow Fe^{+2} + Sn^{+4}$

✓ الحل | نحل حسب الخطوات الخمسة :

$Al + Hg_2^{+2} \rightarrow Al^{+3} + Hg$

1- $Al \rightarrow Al^{+3}$ نصف تفاعل اكسدة

$Hg_2^{+2} \rightarrow Hg$ نصف تفاعل اختزال

2- $Al \rightarrow Al^{+3}$ تأكسد

$Hg_2^{+2} \rightarrow 2Hg$ اختزال

3- $Al \rightarrow Al^{+3} + 3e^{-}$ تأكسد

$Hg_2^{+2} + 2e \rightarrow 2Hg$ اختزال

4- $2Al \rightarrow 2Al^{+3} + 6e^{-}$ تأكسد

$3Hg_2^{+2} + 6e \rightarrow 6Hg$ اختزال

5- $2Al \rightarrow 2Al^{+3} + 6e^{-}$ تأكسد

$3Hg_2^{+2} + 6e \rightarrow 6Hg$ اختزال

- $2Al + 3Hg_2^{+2} \rightarrow 2Al^{+3} + 6Hg$

$$O^{-2} + Cl^{+5} \rightarrow O_2 + Cl^{-1}$$

1- $O^{-2} \rightarrow O_2$ نصف تفاعل تأكسد

$Cl^{+5} \rightarrow Cl^{-1}$ نصف تفاعل اختزال

2- $2O^{-2} \rightarrow O_2$ تأكسد

$Cl^{+5} \rightarrow Cl^{-1}$ اختزال

3- $2O^{-2} \rightarrow O_2 + 4e^-$ تأكسد

$Cl^{+5} + 6e \rightarrow Cl^{-1}$ اختزال

4- $6O^{-2} \rightarrow 3O_2 + 12e^-$ نضرب معادلة تأكسد في 3

$2Cl^{+5} + 12e \rightarrow 2Cl^{-1}$ نضرب معادلة اختزال في 2

5- $6O^{-2} \rightarrow 3O_2 + 12\ e^-$ تأكسد

$2Cl^{+5} + 12e \rightarrow 2Cl^{-1}$ اختزال

- $6O^{-2} + 2Cl^{+5} \rightarrow 3O_2 + 2Cl^{-1}$

$$Fe^{+3} + Sn^{+2} \rightarrow Fe^{+2} + Sn^{+4}$$

1) $Sn^{+2} \rightarrow Sn^{+4}$ نصف تفاعل اكسدة

$Fe^{+3} \rightarrow Fe^{+2}$ نصف تفاعل اختزال

2) $Sn^{+2} \rightarrow Sn^{+4}$ تأكسد

$Fe^{+3} \rightarrow Fe^{+2}$ اختزال

3) $Sn^{+2} \rightarrow Sn^{+4} + 2e^-$ تأكسد

$Fe^{+3} + e^- \rightarrow Fe^{+2}$ اختزال

4) $Sn^{+2} \rightarrow Sn^{+4} + 2e^-$ تأكسد

$2Fe^{+3} + 2e^- \rightarrow 2Fe^{+2}$ اختزال

5) $Sn^{+2} \rightarrow Sn^{+4} + 2e^-$ تأكسد

$2Fe^{+3} + 2e^- \rightarrow 2Fe^{+2}$ اختزال

- $2Fe^{+3} + Sn^{+2} \rightarrow 2Fe^{+2} + Sn^{+4}$

❖ سؤال 4 – 32 | زن المعادلات الاتية بطريقة نصف التفاعل :

1- $H^{+} + Zn \rightarrow H_2 + Zn^{+2}$

2- $Fe^{+2} + Cl_2 \rightarrow Fe^{+3} + Cl^{-}$

3- $Au^{+3} + Cu \rightarrow Au + Cu^{+2}$

✓ الحل || نحل حسب الخطوات الخمسة :

$$H^{+} + Zn \rightarrow H_2 + Zn^{+2}$$

١- نقسم التفاعل قسمين :

1- $Zn \rightarrow Zn^{+2}$ نصف تفاعل اكسدة

$H^{+} \rightarrow H_2$ نصف تفاعل اختزال

٢- نوازن الذرات

2- $Zn \rightarrow Zn^{+2}$ تأكسد

$2H^{+} \rightarrow H_2$ اختزال

٣- نكتب الالكترونات

3- $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^{-}$ تأكسد

$2H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2$ اختزال

٤- نلاحظ الالكترونات متساوية

4- $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^{-}$ تأكسد

$2H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2$ اختزال

٥- نجمع المعادلتين :

5- $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^{-}$ تأكسد

$2H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2$ اختزال

- $2H^{+} + Zn \rightarrow H_2 + Zn^{+2}$

$$Fe^{+2} + Cl_2 \rightarrow Fe^{+3} + Cl^{-}$$

١- نقسم التفاعل قسمين :

1- $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3}$ نصف تفاعل اكسدة

$Cl_2 \rightarrow Cl^{-}$ نصف تفاعل ختزال

٢- نوازن الذرات

2- $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3}$ تأكسد

$Cl_2 \rightarrow 2Cl^{-}$ اختزال

٣- نكتب الإلكترونات

3- $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3} + e^{-}$ تأكسد

$Cl_2 + 2e^{-} \rightarrow 2Cl^{-}$ اختزال

٤- نوازن الالكترونات

نضرب معادلة التأكسد * 2 $\quad 4-\ 2Fe^{+2} \rightarrow 2Fe^{+3} + 2e^-$

نضرب معادلة الاختزال *1 $\quad Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$

٥- نجمع المعادلتين :

تأكسد $\quad 5-\ 2Fe^{+2} \rightarrow 2Fe^{+3} + 2e^-$

اختزال $\quad Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$

$2Fe^{+2} + Cl_2 \rightarrow 2Fe^{+3} + Cl^-$

$$Au^{+3} + Cu \rightarrow Au + Cu^{+2}$$

١- نقسم التفاعل قسمين :

نصف تفاعل اكسدة $\quad 1-\ Cu \rightarrow Cu^{+2}$

نصف تفاعل ختزال $\quad Au^{+3} \rightarrow Au$

٢- نوازن الذرات

تأكسد $\quad 2-\ Cu \rightarrow Cu^{+2}$

اختزال $\quad Au^{+3} \rightarrow Au$

٣- نكتب الالكترونات

تأكسد $\quad 3-\ Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e^-$

اختزال $\quad Au^{+3} + 3e^- \rightarrow Au$

٤- نوازن الالكترونات

نضرب معادلة التأكسد * 3 $\quad 4-\ 3Cu \rightarrow 3Cu^{+2} + 6e^-$

نضرب معادلة الاختزال *2 $\quad 2Au^{+3} + 6e^- \rightarrow 2Au$

٥- نجمع المعادلتين :

تأكسد $\quad 5-\ 3Cu \rightarrow 3Cu^{+2} + 6e^-$

اختزال $\quad 2Au^{+3} + 6e^- \rightarrow 2Au$

$3Cu + 2Au^{+3} \rightarrow 3Cu^{+2} + 2Au$

❖ سؤال اضافي واجب || زن المعادلة الاتية بطريقة نصف التفاعل

$$Ag^{+} + Sn^{+2} \rightarrow 2Ag + Sn^{+4}$$

٢- طريقة نصف التفاعل بوسط حامضي :

يكون السؤال على هذا النوع من الموازنة قسمين :

أ- زن المعادلة الاتية بطريقة نصف التفاعل بوسط حامضي .

- لحل هذا النوع من الاسئلة نتبع الخطوات الاتية :

١- نقسم التفاعل الى نصفي تفاعل اكسدة واختزال

٢- نوازن عدد الذرات في كل من نصفي التفاعل ماعدا ذرات (H, O)

٣- نوازن ذرات الاوكسجين بإضافة جزيئات ماء بعدد ذرات الاوكسجين الناقصة الى الطرف الذي يحوي اقل ذرات اوكسجين .

٤- نوازن ذرات الهيدروجين بإضافة ايونات الهيدروجين (H^{+}) بعد ذرات الهيدروجين الناقصة الى الطرف الذي يحوي اقل هيدروجين .

٥- نكتب الالكترونات المفقوده في تفاعل الاكسدة والالكترونات المكتسبة في تفاعل الاختزال

٦- نوازن الالكترونات بحيث تصبح الالكترونات المفقودة تساوي الالكترونات المكتسبة وذلك بضرب كل من معادلة الاكسدة ومعادلة الاختزال بعددين مختلفين بحيث يكون عدد الالكترونات متساوي بالطرفين

٧- نجمع معادلتي نصفي التفاعل .

- انتبه | هنا من نقسم التفاعل الى نصفي تفاعل مو تأخذ الذرة الي صار تغير بعدد تأكسدها. لا . ناخذ المركب الي يحيويها كله

❖ **مثال 4 – 6** | زن المعادلة الاتية بطريقة نصف التفاعل في وسط حامضي ثم حدد العوامل المؤكسدة والعوامل المختزلة

$$C_2H_5OH + MnO_4^{-1} \rightarrow C_2H_4O + Mn^{+2}$$

✓ **الحل || نحل حسب الخطوات**

١- نقسم التفاعل الى نصفي تفاعل

نصف تفاعل تأكسد (عامل مختزل) 1) $C_2H_5OH \rightarrow C_2H_4O$

نصف تفاعل اختزال (عامل مؤكسد) $MnO_4^{-1} \rightarrow Mn^{+2}$

٢- نوازن الذرات عدا (H, O)

تأكسد 2) $C_2H_5OH \rightarrow C_2H_4O$

اختزال $MnO_4^{-1} \rightarrow Mn^{+2}$

٣- نوازن الاوكسجين بإضافة H_2O

تأكسد 3) $C_2H_5OH \rightarrow C_2H_4O$

اختزال $MnO_4^{-1} \rightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$

٤- نوازن ذرات الهيدروجين بإضافة H^+

تأكسد 4) $C_2H_5OH \rightarrow C_2H_4O + 2H^+$

اختزال $MnO_4^{-1} + 8H^+ \rightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$

٥- نكتب الالكترونات المفقودة والمكتسبة

تأكسد 5) $C_2H_5OH \rightarrow C_2H_4O + 2H^+ + 2e^-$

اختزال $MnO_4^{-1} + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$

٦- نوازن الالكترونات

نضرب معادلة التأكسد $* 5$ 6) $5C_2H_5OH \rightarrow 5C_2H_4O + 10H^+ + 10e^-$

نضرب معادلة الاختزال $* 2$ $2MnO_4^{-1} + 16H^+ + 10e^- \rightarrow 2Mn^{+2} + 8H_2O$

٧- نجمع المعادلتين

7) $5C_2H_5OH + 2MnO_4^{-1} + 6H^+ \rightarrow 5C_2H_4O + 2Mn^{+2} + 8H_2O$

❖ تمرين 4 – 8 | زن المعادلات الاتية بطريقة نصف التفاعل بوسط حامضي :

1- $BiO_3^- + Mn^{+2} \rightarrow Bi^{+3} + MnO_4^{-1}$

2- $ICl \rightarrow IO_3^{-1} + I_2 + Cl^-$

3- $S^{-2} + NO_3^- \rightarrow SO_4^{-2} + NO_2$

✓ الحل || نحل حسب الخطوات

✓ $BiO_3^- + Mn^{+2} \rightarrow Bi^{+3} + MnO_4^{-1}$

١- نقسم التفاعل الى نصفي تفاعل

نصف تفاعل اكسدة $\quad$ 1- $Mn^{+2} \rightarrow MnO_4^{-1}$

نصف تفاعل اختزال $\quad$ $BiO_3^- \rightarrow Bi^{+3}$

٢- نوازن الذرات عدا (H, O) وهي موزونة اساساً

تأكسد $\quad$ 2- $Mn^{+2} \rightarrow MnO_4^{-1}$

اختزال $\quad$ $BiO_3^- \rightarrow Bi^{+3}$

٣- نوازن الاوكسجين بإضافة H_2O

تأكسد $\quad$ 3- $Mn^{+2} + 4H_2O \rightarrow MnO_4^{-1}$

اختزال $\quad$ $BiO_3^- \rightarrow Bi^{+3} + 3H_2O$

٤- نوازن ذرات الهيدروجين بإضافة H^+

تأكسد $\quad$ 4- $Mn^{+2} + 4H_2O \rightarrow MnO_4^{-1} + 8H^+$

اختزال $\quad$ $BiO_3^- + 6H^+ \rightarrow Bi^{+3} + 3H_2O$

٥- نكتب الالكترونات المفقودة والمكتسبة

تأكسد $\quad$ 5- $Mn^{+2} + 4H_2O \rightarrow MnO_4^{-1} + 8H^+ + 5e^-$

اختزال $\quad$ $BiO_3^- + 6H^+ + 2e^- \rightarrow Bi^{+3} + 3H_2O$

٦- نوازن الالكترونات

نضرب معادلة الأكسدة في 2 $\quad$ 6- $2Mn^{+2} + 8H_2O \rightarrow 2MnO_4^{-1} + 16H^+ + 10e^-$

نضرب معادلة الاختزال * 5 $\quad$ $5BiO_3^- + 30H^+ + 10e^- \rightarrow 5Bi^{+3} + 15H_2O$

٧- نجمع المعادلتين

7- $2Mn^{+2} + 5BiO_3^- + 14H^+ \rightarrow 2MnO_4^- + 5Bi^{+3} + 7H_2O$

- $ICl \rightarrow IO_3^{-1} + I_2 + Cl^-$

١- نقسم التفاعل الى نصفي تفاعل

نصف تفاعل اكسدة $\quad$ 1- $ICl \rightarrow IO_3^{-1} + Cl^-$

نصف تفاعل اختزال $\quad$ $ICl \rightarrow I_2 + Cl^-$

٢- نوازن الذرات عدا (H, O) وهي موزونة اساساً

تأكسد $\quad$ 2- $ICl \rightarrow IO_3^{-1} + Cl^-$

اختزال $\quad$ $2ICl \rightarrow I_2 + 2Cl^-$

٣- نوازن الاوكسجين بإضافة H_2O

تأكسد $\quad$ 3- $ICl + 3H_2O \rightarrow IO_3^{-1} + Cl^-$

اختزال $\quad$ $2ICl \rightarrow I_2 + 2Cl^-$

٤- نوازن ذرات الهيدروجين بإضافة H^+

تأكسد $\quad$ 4- $ICl + 3H_2O \rightarrow 6H^+ + IO_3^{-1} + Cl^-$

اختزال $\quad$ $2ICl \rightarrow I_2 + 2Cl^-$

٥- نكتب الالكترونات المفقودة والمكتسبة

تأكسد $\quad$ 5- $ICl + 3H_2O \rightarrow 6H^+ + IO_3^{-1} + Cl^- + 4e^-$

اختزال $\quad$ $2ICl + 2e^- \rightarrow I_2 + 2Cl^-$

٦- نوازن الالكترونات

نضرب معادلة الأكسدة في $* 1$ $\quad$ 6- $ICl + 3H_2O \rightarrow 6H^+ + IO_3^{-1} + Cl^- + 4e^-$

نضرب معادلة الاختزال $* 2$ $\quad$ $4ICl + 4e^- \rightarrow I_2 + 4Cl^-$

٧- نجمع المعادلتين

7- $5ICl + 3H_2O \rightarrow 6H^+ + 2I_2 + IO_3^- + 5Cl^-$

$$S^{-2} + NO_3^- \rightarrow SO_4^{-2} + NO_2$$

١. نقسم التفاعل الى نصفي تفاعل

نصف تفاعل اكسدة $1)\ S^{-2} \rightarrow SO_4^{-2}$

نصف تفاعل اختزال $NO_3^- \rightarrow NO_2$

٢. نوازن الذرات عدا (H, O) وهي موزونة اساساً

تأكسد $2)\ S^{-2} \rightarrow SO_4^{-2}$

اختزال $NO_3^- \rightarrow NO_2$

٣. نوازن الاوكسجين بإضافة H_2O

تأكسد $3)\ S^{-2} + 4H_2O \rightarrow SO_4^{-2}$

اختزال $NO_3^- \rightarrow NO_2 + H_2O$

٤. نوازن ذرات الهيدروجين بإضافة H^+

تأكسد $4)\ S^{-2} + 4H_2O \rightarrow SO_4^{-2} + 8H^+$

اختزال $NO_3^- + 2H^+ \rightarrow NO_2 + H_2O$

٥. نكتب الالكترونات المفقودة والمكتسبة

تأكسد $5)\ S^{-2} + 4H_2O \rightarrow SO_4^{-2} + 8H^+ + 8e^-$

اختزال $NO_3^- + 2H^+ + 1e^- \rightarrow NO_2 + H_2O$

٦. نوازن الالكترونات

نضرب معادلة الأكسدة * 1 $6)\ S^{-2} + 4H_2O \rightarrow SO_4^{-2} + 8H^+ + 8e^-$

نضرب معادلة الاختزال * 8 $8NO_3^- + 16H^+ + 8e^- \rightarrow 8NO_2 + 8H_2O$

٧. نجمع المعادلتين

$7)\ S^{-2} + 8NO_3^- + 8H^+ \rightarrow SO_4^{-2} + 8NO_2 + 4H_2O$

❖ سؤال 4 – 33 | زن المعادلات الاتية بطريقة التفاعل بوسط حامضي

1- $H_2O_2 + ClO_3^- \rightarrow H_2O + ClO_4^-$
2- $[Fe(CN)_6]^{-3} + CN^- \rightarrow CNO^- + [Fe(CN)_6]^{-4}$
3- $Zn + NO_3^- \rightarrow Zn^{+2} + NH_4^{+1}$
4- $IO_3^- + HSO_3^- \rightarrow SO_4^{-2} + I_2$

✓ الحل || نحل حسب الخطوات :

- $H_2O_2 + ClO_3^- \rightarrow H_2O + ClO_4^-$

١. نقسم التفاعل الى نصفي تفاعل

1. $ClO_3^- \rightarrow ClO_4^-$ نصف تفاعل اكسدة
$H_2O_2 \rightarrow H_2O$ نصف تفاعل اختزال

٢. نوازن الذرات عدا (H, O) وهي موزونة اساساً

2. $ClO_3^- \rightarrow ClO_4^-$ تأكسد
$H_2O_2 \rightarrow H_2O$ اختزال

٣. نوازن الاوكسجين بإضافة H_2O

3. $ClO_3^- + H_2O \rightarrow ClO_4^-$ تأكسد
$H_2O_2 \rightarrow H_2O + H_2O$ اختزال

٤. نوازن ذرات الهيدروجين بإضافة H^+

4. $ClO_3^- + H_2O \rightarrow ClO_4^- + 2H^+$ تأكسد
$H_2O_2 + 2H^+ \rightarrow H_2O + H_2O$ اختزال

٥. نكتب الالكترونات المفقودة والمكتسبة

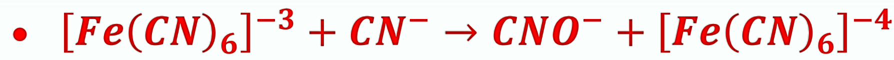
5. $ClO_3^- + H_2O \rightarrow ClO_4^- + 2H^+ + 2e^-$ تأكسد
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O + H_2O$ اختزال

٦. نوازن الالكترونات(هي موزونة)

6. $ClO_3^- + H_2O \rightarrow ClO_4^- + 2H^+ + 2e^-$ تأكسد
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O + H_2O$ اختزال

٧. نجمع المعادلتين

7. $ClO_3^- + H_2O_2 \rightarrow ClO_4^- + H_2O$



- $[Fe(CN)_6]^{-3} + CN^- \rightarrow CNO^- + [Fe(CN)_6]^{-4}$

١. نقسم التفاعل الى نصفي تفاعل

نصف تفاعل اكسدة — 1. $CN^- \rightarrow CNO^-$

نصف تفاعل اختزال — $[Fe(CN)_6]^{-3} \rightarrow [Fe(CN)_6]^{-4}$

٢. نوازن الذرات عدا (H, O) وهي موزونة اساساً

تأكسد — 2. $CN^- \rightarrow CNO^-$

اختزال — $[Fe(CN)_6]^{-3} \rightarrow [Fe(CN)_6]^{-4}$

٣. نوازن الاوكسجين بإضافة H_2O

تأكسد — 3. $CN^- + H_2O \rightarrow CNO^-$

اختزال — $[Fe(CN)_6]^{-3} \rightarrow [Fe(CN)_6]^{-4}$

٤. نوازن ذرات الهيدروجين بإضافة H^+

تأكسد — 4. $CN^- + H_2O \rightarrow CNO^- + 2H^+$

اختزال — $[Fe(CN)_6]^{-3} \rightarrow [Fe(CN)_6]^{-4}$

٥. نكتب الالكترونات المفقودة والمكتسبة

تأكسد — 5. $CN^- + H_2O \rightarrow CNO^- + 2H^+ + 2e^-$

اختزال — $[Fe(CN)_6]^{-3} + e^- \rightarrow [Fe(CN)_6]^{-4}$

٦. نوازن الالكترونات

نضرب معادلة الأكسدة في $1 *$ — 6. $CN^- + H_2O \rightarrow CNO^- + 2H^+ + 2e^-$

نضرب معادلة الاختزال $2 *$ — $2[Fe(CN)_6]^{-3} + 2e^- \rightarrow 2[Fe(CN)_6]^{-4}$

٧. نجمع المعادلتين

7. $CN^- + H_2O + 2\,[Fe(CN)_6]^{-3} \rightarrow 2[Fe(CN)_6]^{-4} + CNO^- + 2H^+$

❖ $Zn + NO_3^- \rightarrow Zn^{+2} + NH_4^{+1}$

✓ واجب

- $IO_3^- + HSO_3^- \rightarrow SO_4^{-2} + I_2$

١. نقسم التفاعل الى نصفي تفاعل

1. $HSO_3^- \rightarrow SO_4^{-2}$ نصف تفاعل اكسدة

$IO_3^- \rightarrow +I_2$ نصف تفاعل اختزال

٢. نوازن الذرات عدا (H, O)

2. $HSO_3^- \rightarrow SO_4^{-2}$ تأكسد

$2IO_3^- \rightarrow +I_2$ اختزال

٣. نوازن الأوكسجين بإضافة H_2O

3. $HSO_3^- + H_2O \rightarrow SO_4^{-2}$ تأكسد

$2IO_3^- \rightarrow I_2 + 6H_2O$ اختزال

٤. نوازن ذرات الهيدروجين بإضافة H^+

4. $HSO_3^- + H_2O \rightarrow SO_4^{-2} + 3H^+$ تأكسد

$12H^+ + 2IO_3^- \rightarrow I_2 + 6H_2O$ اختزال

٥. نكتب الالكترونات المفقودة والمكتسبة

5. $HSO_3^- + H_2O \rightarrow SO_4^{-2} + 3H^+ + 2e^-$ تأكسد

$12H^+ + 2IO_3^- + 10e^- \rightarrow I_2 + 6H_2O$ اختزال

٦. نوازن الالكترونات

6. $5HSO_3^- + 5H_2O \rightarrow 5SO_4^{-2} + 15H^+ + 10e^-$ نضرب معادلة الأكسدة في $* 5$

$12H^+ + 2IO_3^- + 10e^- \rightarrow I_2 + 6H_2O$ نضرب معادلة الاختزال $* 1$

٧. نجمع المعادلتين

7. $5HSO_3^- + 2IO_3^- \rightarrow 5SO_4^{-2} + 3H^+ + H_2O$

ب- زن نصف التفاعل الاتي بوسط حامضي

- في هذا النوع يعطي نصف تفاعل فقط يطلب موازنته
- لحل هذا النوع نتبع الخطوات الاتية

١- نحدد التفاعل نصف تفاعل تأكسد ام نصف تفاعل اختزال

٢- نوازن الذرات ماعدا الاوكسجين والهيدروجين (H, O)

٣- نوازن ذرات الاوكسجين بإضافة جزيئات ماء (بعدد ذرات الاوكسجين الناقصة) في الطرف الاقل اوكسجين

٤- نوازن عدد ذرات الهيدروجين بإضافة H^+ (بعدد ذرات الهيدروجين الناقصة) في الطرف الاقل هيدروجين .

٥- نكتب الالكترونات المفقودة او المكتسبة

❖ تمرين 4 – 7 | زن انصاف التفاعلات الاتية في وسط حامضي

1- $NO_3^- \rightarrow HNO_2$

2- $MnO_4^- \rightarrow Mn^{+2}$

3- $Cr_2O_7^{-2} \rightarrow Cr$

✓ الحل || نحل حسب الخطوات

- $NO_3^- \rightarrow HNO_2$

١- نحدد التفاعل اكسدة ام اختزال

1) $NO_3^- \rightarrow HNO_2$ نصف تفاعل اختزال

٢- نوازن الذرات عدا (H, O)

2) $NO_3^- \rightarrow HNO_2$

٣- نوازن الاوكسجين بإضافة جزيئات الماء

3) $NO_3^- \rightarrow HNO_2 + H_2O$

٤- نوازن الهيدروجين بإضافة H^+

4) $NO_3^- + 3H^+ \rightarrow HNO_2 + H_2O$

٥- نكتب الالكترونات المكتسبة او المفقودة

5) $NO_3^- + 3H^+ + 2e^- \rightarrow HNO_2 + H_2O$

- $MnO_4^- \rightarrow Mn^{+2}$

١- نحدد التفاعل اكسدة ام اختزال

1) $MnO_4^- \rightarrow Mn^{+2}$ نصف تفاعل اختزال

٢- نوازن الذرات عدا (H, O)

2) $MnO_4^- \rightarrow Mn^{+2}$

٣- نوازن الاوكسجين بإضافة جزئيات الماء

3) $MnO_4^- \rightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$

٤- نوازن الهيدروجين بإضافة H^+

4) $MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$

٥- نكتب الالكترونات المكتسبة او المفقودة

5) $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$

- $Cr_2O_7^{-2} \rightarrow Cr$

١- نحدد التفاعل اكسدة ام اختزال

1- $Cr_2O_7^{-2} \rightarrow Cr$ نصف تفاعل اختزال

٢- نوازن الذرات عدا (H, O)

2- $Cr_2O_7^{-2} \rightarrow 2Cr$

٣- نوازن الاوكسجين بإضافة جزئيات الماء

3- $Cr_2O_7^{-2} \rightarrow 2Cr + 7H_2O$

٤- نوازن الهيدروجين بإضافة H^+

4- $Cr_2O_7^{-2} + 14H^+ \rightarrow 2Cr + 7\,H_2O$

٥- نكتب الالكترونات المكتسبة او المفقودة

5- $Cr_2O_7^{-2} + 14H^+ + 12e^- \rightarrow 2Cr + 7\,H_2O$

٣- موازنة المعادلة بوسط قاعدي

- يكون السؤال على هذا النوع من الموازنة قسمين

أ- زن المعادلة الاتية بطريقة نصف تفاعل بوسط قاعدي

- لحل هذا النوع من الاسئلة نتبع الخطوات الاتية :

١-
٢-
٣-
٤-
٥-
٦-
٧-

(الخطوات ١-٧) نفس خطوات الموازنة بطريقة نصف التفاعل بوسط حامضي

٨- نضيف ايونات OH^- لطرفي المعادلة النهائية بعدد ذرات H^+
٩- نجمع OH^- و H^+ مع نفس الطرف لتكوين جزيئات الماء
١٠- نختصر جزيئات الماء من طرفي المعادلة

- انتبه || الموازن بطريقة نصف التفاعل بوسط قاعدي تقريبا نفس خطوات الوسط الحامضي

اول خطوة نقسم التفاعل قسمين بعدين نوازن الذرات ماعدا (O, H) بعدين نوازن الاوكسجين بإضافة جزيئات الماء ثم نوازن الهيدروجين بإضافة H^+ بعدين نكتب الالكترونات المفقوده في نصف تفاعل الاكسدة والمكتسبة في نصف تفاعل الاختزال بعدين نوازن الالكترونات بحيث المكتسبة = المفقودة بعد نجمع المعادلتين وتطلع المعادلة النهائية نضيف OH^- بكد H^+ في طرفي المعادلة بعدين نجمع H^+ مع OH^- من نفس الطرف لتكوين جزيئات الماء اخير شيء نختصر جزيئات الماء المشتركة بين الطرفين

❖مثال 4 – 7 | زن المعادلة الاتية بطريقة نصف التفاعل بوسط قاعدي

$$CH_3CHO + Cu^{+2} \rightarrow CH_3COO^- + Cu_2O$$

الحل || نحل حسب الخطوات :

$$\underset{-1}{C}\ \underset{+1}{H_3}\ \underset{-1}{C}\ \underset{+1}{H}\ \underset{-2}{O} + \underset{+2}{Cu^{+2}} \rightarrow \underset{0}{C}\ \underset{+1}{H_3}\ \underset{0}{C}\ \underset{-2}{O}\ \underset{-2}{O^-} + \underset{+1}{Cu_2}\ \underset{-2}{O}$$

١-نقسم التفاعل الى نصفي تفاعل اكسدة واختزال

1- $CH_3CHO \rightarrow CH_3COO^-$ تأكسد

$Cu^{+2} \rightarrow Cu_2O$ اختزال

٢-نوازن الذرات ما عدا (O, H)

2- $CH_3CHO \rightarrow CH_3COO^-$ تأكسد

$2Cu^{+2} \rightarrow Cu_2O$ اختزال

٣-نوازن ذرات الاوكسجين بإضافة جزئيات الماء

3- $CH_3CHO + H_2O \rightarrow CH_3COO^-$ تأكسد

$2Cu^{+2} + H_2O \rightarrow Cu_2O$ اختزال

٤-نوازن عدد ذرات الهيدروجين بإضافة ايونات H^+

4- $CH_3CHO + H_2O \rightarrow CH_3COO^- + 3H^+$ تأكسد

$2Cu^{+2} + H_2O \rightarrow Cu_2O + 2H^+$ اختزال

٥-نكتب الالكترونات المفقودة والمكتسبة

5- $CH_3CHO + H_2O \rightarrow CH_3COO^- + 3H^+ + 2e^-$ تأكسد

$2Cu^{+2} + H_2O + 2e^- \rightarrow Cu_2O + 2H^+$ اختزال

٦-نوازن الالكترونات المفقودة مع المكتسبة (نلاحظ انها متوازنة)

6- $CH_3CHO + H_2O \rightarrow CH_3COO^- + 3H^+ + 2e^-$ تأكسد

$2Cu^{+2} + H_2O + 2e^- \rightarrow Cu_2O + 2H^+$ اختزال

٧-نجمع المعادلتين

7- $CH_3CHO + 2H_2O + 2Cu^+ \rightarrow CH_3COO^- + 5H^+ + Cu_2O$

٨-نضيف OH^- لطرفي المعادلة مساوي لعدد ايونات H^+

8- $CH_3CHO + 2H_2O + 2Cu^+ + 5OH^- \rightarrow CH_3COO^- + 5H^+ + 5OH^- + Cu_2O$

٩-نجمع ايونات OH^- و H^+ من نفس الطرف لتكوين جزئيات الماء

9- $CH_3CHO + 2H_2O + 2Cu^+ + 5OH^- \rightarrow CH_3COO^- + 5H_2O + Cu_2O$

١٠- نختصر جزئيات الماء المشتركة من طرفي المعادلة

10- $CH_3CHO + 2Cu^+ + 5OH^- \rightarrow CH_3COO^- + 3H_2O + Cu_2O$

❖ مثال 4 – 8 | زن المعادلة الاتية بطريقة نصف التفاعل بوسط قاعدي

$$Al + NO_3^- \rightarrow NH_3 + [Al(OH)_4]^-$$

✓ الحل || نحل حسب الخطوات :

$$\frac{Al}{0} + \frac{N}{+5}\frac{O_3^-}{-2} \rightarrow \frac{N}{-3}\frac{H_3}{+1} + \left[\frac{Al}{+3}\left(\frac{O}{-2}\frac{H}{+1}\right)\right]^-$$

١-نقسم التفاعل الى نصفي تفاعل اكسدة واختزال

1) $Al \rightarrow [Al(OH)_4]^-$ تأكسد

$NO_3^- \rightarrow NH_3$ اختزال

٢-نوازن الذرات ما عدا (O, H)

2) $Al \rightarrow [Al(OH)_4]^-$ تأكسد

$NO_3^- \rightarrow NH_3$ اختزال

٣-نوازن ذرات الاوكسجين بإضافة جزئيات الماء

3) $Al + 4H_2O \rightarrow [Al(OH)_4]^-$ تأكسد

$NO_3^- \rightarrow NH_3 + 3H_2O$ اختزال

٤-نوازن عدد ذرات الهيدروجين بإضافة ايونات H^+

4) $Al + 4H_2O \rightarrow [Al(OH)_4]^- + 4H^+$ تأكسد

$NO_3^- + 9H^+ \rightarrow NH_3 + 3H_2O$ اختزال

٥-نكتب الالكترونات المفقودة والمكتسبة

5) $Al + 4H_2O \rightarrow [Al(OH)_4]^- + 4H^+ + 3e^-$ تأكسد

$NO_3^- + 9H^+ + 8e^- \rightarrow NH_3 + 3H_2O$ اختزال

٦-نوازن الالكترونات المفقودة مع المكتسبة

نضرب معادلة التأكسد * 8 ومعادلة الاختزال * 3

6) $8Al + 32H_2O \rightarrow 8[Al(OH)_4]^- + 32H^+ + 24e^-$ تأكسد

$3NO_3^- + 27H^+ + 24e^- \rightarrow 3NH_3 + 9H_2O$ اختزال

٧-نجمع المعادلتين

7) $8Al + 23H_2O + 3NO_3^- \rightarrow 8[Al(OH)_4]^- + 5H^+ + 3NH_3$

٨-نضيف OH^- لطرفي المعادلة مساوي لعدد ايونات H^+

8) $8Al + 23H_2O + 3NO_3^- + 5OH^- \rightarrow 8[Al(OH)_4]^- + 5H^+ + 5OH^- + 3NH_3$

٩-نجمع ايونات OH^- و H^+ من نفس الطرف لتكوين جزئيات الماء

9) $8Al + 23H_2O + 3NO_3^- + 5OH^- \rightarrow 8[Al(OH)_4]^- + 5H_2O + 3NH_3$

١٠- نختصر جزئيات الماء المشتركة من طرفي المعادلة

10) $8Al + 18H_2O + 3NO_3^- + 5OH^- \rightarrow 8[Al(OH)_4]^- + 3NH_3$

❖ تمرين 4 – 10 | زن المعادلات الاتية بطريقة نصف التفاعل بوسط قاعدي :

1- $I_2 \rightarrow I^- + IO_3^-$
2- $Fe + NO_3^- \rightarrow Fe^{+3} + N_2$
3- $Zn + NO_3^- \rightarrow NH_3 + [Zn(OH)_4]^{-2}$
4- $Mn^{+2} + H_2O_2 \rightarrow MnO_2 + H_2O$
5- $Cr_2O_3 + ClO^- \rightarrow CrO_4^{-2} + Cl^-$

✓ الحل | نحل حسب الخطوات :

$$\underset{0}{I_2} \rightarrow \underset{-1}{I^-} + \underset{+5}{I}\ \underset{-2}{O_3^-}$$

١- نقسم التفاعل الى نصفي تفاعل اكسدة واختزال

1- $I_2 \rightarrow IO_3^-$ تأكسد
$I_2 \rightarrow I^-$ اختزال

٢- نوازن الذرات ما عدا (O, H)

2- $I_2 \rightarrow 2IO_3^-$ تأكسد
$I_2 \rightarrow 2I^-$ اختزال

٣- نوازن ذرات الاوكسجين بإضافة جزئيات الماء

3- $I_2 + 6H_2O \rightarrow 2IO_3^-$ تأكسد
$I_2 \rightarrow 2I^-$ اختزال

٤- نوازن عدد ذرات الهيدروجين بإضافة ايونات H^+

4- $I_2 + 6H_2O \rightarrow 2IO_3^- + 12H^+$ تأكسد
$I_2 \rightarrow 2I^-$ اختزال

٥- نكتب الالكترونات المفقودة والمكتسبة

5- $I_2 + 6H_2O \rightarrow 2IO_3^- + 12H^+ + 10e^-$ تأكسد
$I_2 + 2e^- \rightarrow 2I^-$ اختزال

٦- نوازن الالكترونات المفقودة مع المكتسبة

- نضرب معادلة التأكسد x ١ , ونضرب معادلة الاختزال x ٥

6- $I_2 + 6H_2O \rightarrow 2IO_3^- + 12H^+ + 10e^-$ تأكسد
$5I_2 + 10e^- \rightarrow 10I^-$ اختزال

٧- نجمع المعادلتين

7- $6I_2 + 6H_2O \rightarrow 10I^- + 2IO_3^- + 12H^+$

٨- نضيف OH^- لطرفي المعادلة مساوي لعدد ايونات H^+

8- $6I_2 + 6H_2O + 12OH^- \rightarrow 10I^- + 2IO_3^- + 12H^+ + 12OH^-$

٩- نجمع ايونات OH^- و H^+ من نفس الطرف لتكوين جزئيات الماء

9- $6I_2 + 6H_2O + 12OH^- \rightarrow 10I^- + 2IO_3^- + 12H_2O$

١٠- نختصر جزئيات الماء المشتركة من طرفي المعادلة

10- $6I_2 + 12OH^- \rightarrow 10I^- + 2IO_3^- + 6H_2O$

- $Fe + NO_3^- \rightarrow Fe^{+3} + N_2$

- واجب



$$Zn + NO_3^- \rightarrow NH_3 + [Zn(OH)_4]^{-2}$$

$$\frac{Zn}{0} + \frac{N}{+5}\frac{O_3^-}{-2} \rightarrow \frac{N}{-3}\frac{H_3}{+1} + \left[\frac{Zn}{+2}\left(\frac{O}{-2}\frac{H}{+1}\right)_4\right]^{-2}$$

١-نقسم التفاعل الى نصفي تفاعل اكسدة واختزال

1) $Zn \rightarrow [Zn(OH)_4]^{-2}$ تأكسد

$NO_3^- \rightarrow NH_3$ اختزال

٢-نوازن الذرات ما عدا (O, H)

2) $Zn \rightarrow [Zn(OH)_4]^{-2}$ تأكسد

$NO_3^- \rightarrow NH_3$ اختزال

٣-نوازن ذرات الاوكسجين بإضافة جزئيات الماء

3) $Zn + 4H_2O \rightarrow [Zn(OH)_4]^{-2}$ تأكسد

$NO_3^- \rightarrow NH_3 + 3H_2O$ اختزال

٤-نوازن عدد ذرات الهيدروجين بإضافة ايونات H^+

4) $Zn + 4H_2O \rightarrow [Zn(OH)_4]^{-2} + 4H^+$ تأكسد

$NO_3^- + 9H^+ \rightarrow NH_3 + 3H_2O$ اختزال

٥-نكتب الالكترونات المفقودة والمكتسبة

5) $Zn + 4H_2O \rightarrow [Zn(OH)_4]^{-2} + 4H^+ + 2e^-$ تأكسد

$NO_3^- + 9H^+ + 8e^- \rightarrow NH_3 + 3H_2O$ اختزال

٦- نوازن الالكترونات المفقودة مع المكتسبة

- نضرب معادلة التأكسد x ٤ ونضرب معادلة الاختزال x ١

6) $4Zn + 16H_2O \rightarrow 4[Zn(OH)_4]^{-2} + 16H^+ + 8e^-$ تأكسد

$NO_3^- + 9H^+ + 8e^- \rightarrow NH_3 + 3H_2O$ اختزال

٧-نجمع المعادلتين

7) $4Zn + NO_3^- + 13H_2O \rightarrow 4[Zn(OH)_4]^{-2} + NH_3 + 7H^+$

٨-نضيف OH^- لطرفي المعادلة مساوي لعدد ايونات H^+

8) $4Zn + NO_3^- + 13H_2O + 7OH^- \rightarrow 4[Zn(OH)_4]^{-2} + NH_3 + 7H^+ + 7OH^-$

٩-نجمع ايونات OH^- و H^+ من نفس الطرف لتكوين جزئيات الماء

9) $4Zn + NO_3^- + 13H_2O + 7OH^- \rightarrow 4[Zn(OH)_4]^{-2} + NH_3 + 7H_2O$

١٠-نختصر جزئيات الماء المشتركة من طرفي المعادلة

10- $4Zn + NO_3^- + 6H_2O + 7OH^- \rightarrow 4[Zn(OH)_4]^{-2} + NH_3$

- $Mn^{+2} + H_2O_2 \rightarrow MnO_2 + H_2O$

- واجب



$$Cr_2O_3 + ClO^- \rightarrow CrO_4^{-2} + Cl^-$$

- $\underset{+3\ -2}{Cr_2\ O_3} + \underset{+5\ -2}{Cl\ O^-} \rightarrow \underset{+6\ -2}{Cr\ O_4^{-2}} + \underset{-1}{Cl^-}$

✓ الحل || نحل حسب الخطوات :

١-نقسم التفاعل الى نصفي تفاعل اكسدة واختزال

1) $Cr_2O_3 \rightarrow CrO_4^{-2}$ تأكسد

$ClO^- \rightarrow Cl^-$ اختزال

٢-نوازن الذرات ما عدا (O, H)

2) $Cr_2O_3 \rightarrow 2CrO_4^{-2}$ تأكسد

$ClO^- \rightarrow Cl^-$ اختزال

٣-نوازن ذرات الاوكسجين بإضافة جزيئات الماء

3) $Cr_2O_3 + 5H_2O \rightarrow 2CrO_4^{-2}$ تأكسد

$ClO^- \rightarrow Cl^- + H_2O$ اختزال

٤-نوازن عدد ذرات الهيدروجين بإضافة ايونات H^+

4) $Cr_2O_3 + 5H_2O \rightarrow 2CrO_4^{-2} + 10\ H^+$ تأكسد

$ClO^- + 2H^+ \rightarrow Cl^- + H_2O$ اختزال

٥-نكتب الالكترونات المفقودة والمكتسبة

5) $Cr_2O_3 + 5H_2O \rightarrow 2CrO_4^{-2} + 10H^+ + 6e^-$ تأكسد

$ClO^- + 2H^+ + 2e^- \rightarrow Cl^- + H_2O$ اختزال

٦-نوازن الالكترونات المفقودة مع المكتسبة

- نضرب معادلة التأكسد * ١ ، ونضرب معادلة الاختزال * ٣

6) $Cr_2O_3 + 5H_2O \rightarrow 2CrO_4^{-2} + 10H^+ + 6e^-$ تأكسد

$3\ ClO^- + 6H^+ + 6e^- \rightarrow 3\ Cl^- + 3H_2O$ اختزال

٧-نجمع المعادلتين

7) $Cr_2O_3 + 2H_2O + 3\ ClO^- \rightarrow 2CrO_4^{-2} + 4H^+ + 3\ Cl^-$

٨-نضيف OH^- لطرفي المعادلة مساوي لعدد ايونات H^+

8) $Cr_2O_3 + 2H_2O + 3\ ClO^- + 4OH^- \rightarrow 2CrO_4^{-2} + 4H^+ + 4OH^- + 3\ Cl^-$

٩-نجمع ايونات OH^- و H^+ من نفس الطرف لتكوين جزيئات الماء

9) $Cr_2O_3 + 2H_2O + 3\ ClO^- + 4OH^- \rightarrow 2CrO_4^{-2} + 4H_2O + 3\ Cl^-$

١٠- نختصر جزيئات الماء المشتركة من طرفي المعادلة

10) $Cr_2O_3 + 3\ ClO^- + 4OH^- \rightarrow 2CrO_4^{-2} + 2H_2O + 3\ Cl^-$

❖ سؤال 4 – 34 | زن المعادلات الاتية بطريقة نصف التفاعل بوسط قاعدي :

1- $ClO^- \rightarrow ClO_3^- + Cl^-$

2- $[Fe(CN)_6]^{-4} + CrO_4^{-2} \rightarrow [Fe(CN)_6]^{-3} + Cr_2O_3$

3- $P_4 + NO_3^- \rightarrow H_3PO_4 + NO$

$$ClO^- \rightarrow ClO_3^- + Cl^-$$

- $\frac{Cl}{+1}\ \frac{O^-}{-2} \rightarrow \frac{Cl}{+5}\ \frac{O_3^-}{-2} + \frac{Cl^-}{-1}$

✓ الحل || نحل حسب الخطوات :

١-نقسم التفاعل الى نصفي تفاعل اكسدة واختزال

1) $ClO^- \rightarrow ClO_3^-$ تأكسد

$ClO^- \rightarrow Cl^-$ اختزال

٢-نوازن الذرات ما عدا (O, H)

2) $ClO^- \rightarrow ClO_3^-$ تأكسد

$ClO^- \rightarrow Cl^-$ اختزال

٣-نوازن ذرات الاوكسجين بإضافة جزئيات الماء

3) $ClO^- + 2H_2O \rightarrow ClO_3^-$ تأكسد

$ClO^- \rightarrow Cl^- + H_2O$ اختزال

٤-نوازن عدد ذرات الهيدروجين بإضافة ايونات H^+

4) $ClO^- + 2H_2O \rightarrow ClO_3^- + 4H^+$ تأكسد

$ClO^- + 2H^+ \rightarrow Cl^- + H_2O$ اختزال

٥-نكتب الالكترونات المفقودة والمكتسبة

5) $ClO^- + 2H_2O \rightarrow ClO_3^- + 4H^+ + 4e^-$ تأكسد

$ClO^- + 2H^+ + 2e^- \rightarrow Cl^- + H_2O$ اختزال

٦-نوازن الالكترونات المفقودة مع المكتسبة

- نضرب معادلة التأكسد * ١ ، نضرب معادلة الاختزال * ٢

6) $ClO^- + 2H_2O \rightarrow ClO_3^- + 4H^+ + 4e^-$ تأكسد

$2ClO^- + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2Cl^- + 2H_2O$ اختزال

٧-نجمع المعادلتين

7) $3ClO^- \rightarrow ClO_3^- + 2Cl^-$

٨-لا نضيف OH^- بسبب عدم وجود H^+ لذلك هنا انتهى الحل

- $[Fe(CN)_6]^{-4} + CrO_4^{-2} \rightarrow [Fe(CN)_6]^{-3} + Cr_2O_3$

- واجب



$$P_4 + NO_3^- \rightarrow H_3PO_4 + NO$$

- $\frac{P_4}{0} + \frac{N}{+5}\frac{O_3^-}{-2} \rightarrow \frac{H_3}{+1}\frac{P}{+5}\frac{O_4}{-2} + \frac{N}{+2}\frac{O}{-2}$

✓ الحل || نحل حسب الخطوات :

١-نقسم التفاعل الى نصفي تفاعل اكسدة واختزال

1) $P_4 \rightarrow H_3PO_4$ تأكسد

$NO_3^- \rightarrow NO$ اختزال

٢-نوازن الذرات ما عدا (O, H)

2) $P_4 \rightarrow 4H_3PO_4$ تأكسد

$NO_3^- \rightarrow NO$ اختزال

٣-نوازن ذرات الاوكسجين بإضافة جزئيات الماء

3) $P_4 + 16H_2O \rightarrow 4H_3PO_4$ تأكسد

$NO_3^- \rightarrow NO + 2H_2O$ اختزال

٤-نوازن عدد ذرات الهيدروجين بإضافة ايونات H^+

4) $P_4 + 16H_2O \rightarrow 4H_3PO_4 + 20H^+$ تأكسد

$NO_3^- + 4H^+ \rightarrow NO + 2H_2O$ اختزال

٥-نكتب الالكترونات المفقودة والمكتسبة

5) $P_4 + 16H_2O \rightarrow 4H_3PO_4 + 20H^+ + 20e^-$ تأكسد

$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O$ اختزال

٦-نوازن الالكترونات المفقودة مع المكتسبة

- نضرب معادلة التأكسد * ٣ ، نضرب معادلة الاختزال * ٢٠

6) $3P_4 + 48H_2O \rightarrow 12H_3PO_4 + 60H^+ + 60e^-$ تأكسد

$20NO_3^- + 80H^+ + 60e^- \rightarrow 20NO + 40H_2O$ اختزال

٧-نجمع المعادلتين

7) $3P_4 + 8H_2O + 20NO_3^- + 20H^+ \rightarrow 12H_3PO_4 + 20NO$

٨-نضيف OH^- لطرفي المعادلة مساوي لعدد ايونات H^+

8) $3P_4 + 8H_2O + 20NO_3^- + 20H^+ + 20\,OH^- \rightarrow 12H_3PO_4 + 20NO + 20\,OH^-$

٩-نجمع ايونات OH^- و H^+ من نفس الطرف لتكوين جزئيات الماء

9) $3P_4 + 8H_2O + 20NO_3^- + 20H_2O \rightarrow 12H_3PO_4 + 20NO + 20\,OH^-$

١٠- لا توجد جزئيات ماء مشتركة بين الطرفين

10) $3P_4 + 8H_2O + 20NO_3^- + 20H_2O \rightarrow 12H_3PO_4 + 20NO + 20\,OH^-$

ب- زن نصف التفاعل في وسط قاعدي

- لحل هذا النوع من الموازنة نتبع الخطوات

١-تحديد التفاعل اكسدة او اختزال
٢-نوازن الذرات عدا (O, H)
٣-نوازن الاوكسجين بإضافة جزيئات الماء في الطرف الاقل اوكسجين
٤-نوازن الهيدروجين بإضافة H^+ في الطرف الاقل هيدروجين
٥-نكتب الالكترونات المفقودة او المكتسبة
٦-نضيف ايونات OH^- بعدد ذرات H^+
٧-نجمع OH^- مع H^+ لتكوين جزيئات الماء
٨-نحذف جزيئات الماء المشتركة في طرفي التفاعل

❖ تمرين $4-9$ | زن انصاف التفاعلات الاتية في وسط قاعدي

$1\text{-}\ NO_3^- \rightarrow NO_2^-$
$2\text{-}\ MnO_4^- \rightarrow MnO_2$
$3\text{-}\ ClO_4^- \rightarrow Cl_2$

✓ الحل | نحل حسب الخطوات

$$NO_3^- \rightarrow NO_2^-$$

- $\frac{N}{+5}\ \frac{O_3}{-2} \rightarrow \frac{N}{+3}\ \frac{O_2}{-2}$

١- نحدد التفاعل اكسدة او اختزال

1) $NO_3^- \rightarrow NO_2^-$ اختزال

٢- نوازن الذرات عدا O, H

2) $NO_3^- \rightarrow NO_2^-$ اختزال

٣- نوازن الاوكسجين بإضافة H_2O

3) $NO_3^- \rightarrow NO_2^- + H_2O$ اختزال

٤- نوازن الهيدروجين بإضافة H^+

4) $NO_3^- + 2H^+ \rightarrow NO_2^- + H_2O$ اختزال

٥- نكتب الالكترونات المفقودة او المكتسبة

5) $NO_3^- + 2H^+ + 2e^- \rightarrow NO_2^- + H_2O$ اختزال

٦- نضيف OH^- بعدد ذرات H^+

6) $NO_3^- + 2H_2O + 2e^- \rightarrow NO_2^- + H_2O + 2OH^-$

٧- نجمع OH^- مع H^+ من نفس الطرف لتكوين H_2O

7) $NO_3^- + 2H_2O + 2e^- \rightarrow NO_2^- + H_2O + 2OH^-$

٨- نحذف جزيئات الماء المشتركة

8) $NO_3^- + H_2O + 2e^- \rightarrow NO_2^- + 2OH^-$

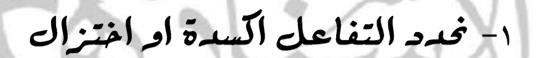
$MnO_4^- \rightarrow MnO_2$

- $\underset{+7}{Mn}\ \underset{-2}{O_4^-} \rightarrow \underset{+4}{Mn}\ \underset{-2}{O_2}$

- واجب

- $ClO_4^- \rightarrow Cl_2$

- $\underset{+7}{Cl}\ \underset{-2}{O_4^-} \rightarrow \underset{0}{Cl_2}$



١- نحدد التفاعل اكسدة او اختزال

1) $ClO_4^- \rightarrow Cl_2$ اختزال

٢- نوازن الذرات عدا $O\ ,H$

2) $2ClO_4^- \rightarrow Cl_2$ اختزال

٣- نوازن الاوكسجين بإضافة H_2O

3) $2ClO_4^- \rightarrow 2Cl_2 + 8H_2O$ اختزال

٤- نوازن الهيدروجين بإضافة H^+

4) $2ClO_4^- + 16H^+ \rightarrow 2Cl_2 + 8H_2O$ اختزال

٥- نكتب الالكترونات المفقودة او المكتسبة

5) $2ClO_4^- + 16H^+ + 14e^- \rightarrow 2Cl_2 + 8H_2O$

٦- نضيف OH^- بعدد ذرات H^+

6) $2ClO_4^- + 16H^+ + 16OH^- + 14e^- \rightarrow 2Cl_2 + 8H_2O + 16OH^-$

٧- نجمع OH^- مع H^+ من نفس الطرف لتكوين H_2O

7) $2ClO_4^- + 16H_2O + 14e^- \rightarrow 2Cl_2 + 8H_2O + 16OH^-$

٨- نحذف جزئيات الماء المشتركة

8) $2ClO_4^- + 8H_2O + 14e^- \rightarrow 2Cl_2 + 16OH^-$

❖ 4 – 7 | الخلايا الكهرو كيميائية

عند دراستنا لتفاعلات التأكسد والاختزال نلاحظ ان بعضا منها يحدث بصورة تلقائية والبعض الاخر بصورة غير تلقائية

➢ تتكون الخلايا الكهروكيميائية من قطبين :

- الانود :- هو القطب الذي تجري عنده عملية التأكسد ويكون مصدراً للإلكترونات .
- الكاثود :- هو القطب الذي تجري عنده عملية الاختزال والذي تتحول الية الالكترونات من الانود عبر السلك الخارجي .

➢ نقسم الخلايا الكهروكيميائية الى قسمين :
١- الخلايا الكلفانية (الفولتائية)
٢- الخلايا الالكتروليتية .

❖ 4 – 8 | الخلايا الكلفانية :

هي خلايا منتجة للتيار الكهربائي حيث تتحول فيها الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري بصورة تلقائية .

- حيث نلاحظ عند غمر لوح من الخارصين Zn في محلول كبريتات النحاس يبدأ بالتآكل والاضمحلال ويصاحب ذلك زيادة في تركيز ايونات الخارصين وفي نفس الوقت تبدأ طبقة اسفنجية (عنصر النحاس) بأكساء الخارصين ويترسب قسم من هذا النحاس في قعر الاناء ويبدأ اللون الازرق للمحلول بالاضمحلال نتيجة نقصان تركيز ايونات النحاس حيث يصبح المحلول عديم اللون كما في التفاعل التالي :

$$Zn_{(s)} + Cu^{+2}SO_4^{-2} \rightarrow Zn^{+2}SO_4^{-2} + Cu_{(s)}$$

- **خلية دانيال :**

- تتكون خلية دانيال من لوح من الخارصين مغمور في محلول كبريتات الخارصين ومن لوح من النحاس مغمور في محلول كبريتات النحاس ومن سلك خارجي موصل ينقل الالكترونات من الانود الى الكاثود وجسر ملحي على شكل حرف U يعمل على اكمال الدائرة الكهربائية .

- **الجسر الملحي :-**

هو عبارة عن انبوب زجاجي على شكل حرف U مقلوبة يحتوي على محلول الكتروليتي خامل مثبت بمادة تدعى الأكار

- **فائدة الجسر الملحي**
  1. اكمال الدائرة الكهربائية
  2. توصيل محلول القطبين ونقل الايونات

- **الأكار :-** هي مادة صمغية يتم الحصول عليها من الطبيعة تكون صلبة في درجات حرارة الغرفة تستعمل في الجسر الملحي لتثبت المادة الالكتروليتية .

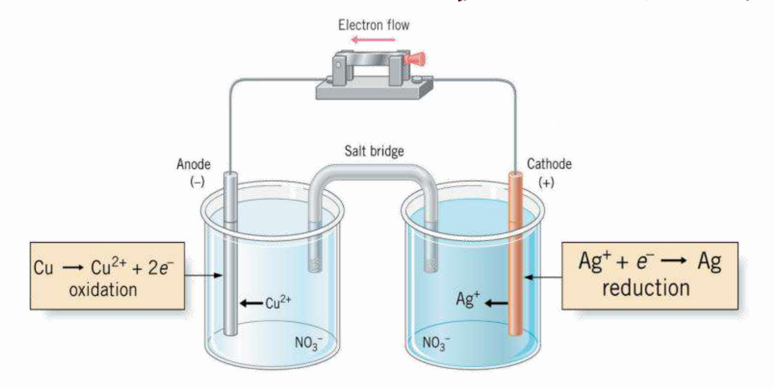
❖ ما فائدة السلك الخارجي الموصل

✓ الجواب | يعمل على نقل الالكترونات من الانود الى الكاثود

❖ سؤال | ماهي الية عمل خلية دانيال ؟

❖ الجواب | يذوب لوح الخارصين في محلول كبريتات الخارصين مما يؤدي الى تحرير الالكترونات . يقوم السلك الموصل الخارجي بنقل الالكترونات من الانود (لوح الخارصين) الى الكاثود (لوح النحاس) حيث تكتسب كل ذرة نحاس الكترونين و يزداد سمك القطب الكاثود نتيجة اكتساب الكترونات ويقل سمك الانود نتيجة فقدان الالكترونات. يقوم الجسر الملحي بمعادلة الايونات بين الانود والكاثود حيث يقوم بنقل الايونات الموجبة باتجاه الكاثود و الايونات السالبة الى الانود

❖ تمرين 4 – 11 | اذا علمت ان التفاعل التالي يحدث بصورة تلقائية في الخلية الكلفانية الموضحة في الشكل التالي :



$$Cu_{(s)} + 2Ag^{+} \rightarrow Cu^{+2}_{(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

١- اكتب تفاعلات نصف الخلية

٢- وضح اتجاه سريان الالكترونات عبر السلك الخارجي واتجاه حركة الأيونات عبر الجسر الملحي المملوء بمحلول KNO_3

✓ الحل | |

١- تفاعل نصفي الخلية :

- نصف تفاعل تأكسد $Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e^{-}$
- نصف تفاعل اختزال $2Ag^{+} + 2e^{-} \rightarrow 2Ag$

٢- تسري الالكترونات عبر السلك الخارجي منطلقة من الانود باتجاه الكاثود اما اتجاه حركة الأيونات تتحرك الايونات الموجبة K^{+} باتجاه القطب السالب الكاثود . والايونات السالبة NO_3^{-} باتجاه القطب الموجب الانود

❖ 4 – 9 | جهد الخلية الكلفانية

❖ علل | | يسري التيار الكهربائي من الانود باتجاه الكاثود ؟

✓ الجواب | | بسبب الفرق بين الجهد الكهربائي للقطبين .

- جهد القطب :- هو فرق الجهد الحاصل بين لوح العنصر ومحلول ايونات ويقسم الى قسمين :

١- جهد التأكسد :- مقدار ميل المادة نحو فقدان الالكترونات .

٢- جهد الاختزال :- مقدار ميل المادة نحو اكتساب الالكترونات .

ملاحظة | | يسمى جهد الخلية بمصطلح اخر

هو القوة الدافعة الكهربائية وهي اكبر قيمة لفرق الجهد الكهربائي بين القطبين .

- يرمز لجهد الخلية بالرمز E_{cell}
- ويقاس بـ $Volt$ وهو يساوي المجموع الجبري لجهدي الاكسدة والاختزال لذا :

$$E_{cell} = E_{oxe} + E_{Red} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 1$$

E_{Red} = جهد اختزال ، E_{oxe} = جهد الاكسدة

- بما ان الاكسدة عند الانود والاختزال يحدث في الكاثود يمكن اعادة المعادلة اعلاه

$$E_{cell} = E_{anode} + E_{cathod} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2$$

وعند الظروف القياسية 25°C وضغط $1atm$ وتركيز $1M$
يمكن كتابة المعادلة (2) في الشكل الاتي :

$$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$$

حيث : E°_{cell} يمثل جهد الخلية القياسي
E_{cell} يمثل جهد الخلية الغير قياسي

قياس جهود الاقطاب

كما لاحظنا اعلاه ان قياس الجهد القياسي E°_{cell} يتطلب قياس جهود اقطاب التأكسد والاختزال وهذا لا يمكن الا بوجود قطب مرجع مثل قطب الهيدروجين القياسي .

قطب الهيدروجين القياسي (SHE)

لقد تم اختيار قطب الهيدروجين كقطب مرجع لان جهده القياسي يساوي صفر . يمكن استخدام قطب الهيدروجين القياسي كآنود وكاثود لأن نشاطه الكيميائي متوسط

- $H_{2(g)} \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ $\quad E^{\circ}_{anode} = 0.0V$
- $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ $\quad E^{\circ}_{cathod} = 0.0V$

- يتكون قطب الهيدروجين القياسي من انبوبة زجاجية يمرر بها غاز الهيدروجين على شكل فقاعات بضغط $1atm$ ودرجة حرارة 25°C وتركيز $1M$ تحتوي الانبوبة الزجاجية من الاسفل على قطعة من البلاتين مغطاة بطبقة من البلاتين الاسود متصلة بسلك من البلاتين



- علل || يستخدم البلاتين في صناعة قطب الهيدروجين القياسي ؟
- الجواب || لأنه مادة خاملة لا تعاني اكسدة ولا اختزال تحت هذه الظروف
- سؤال | ماهي فائدة البلاتين في قطب الهيدروجين القياسي ؟
- الجواب |

١- توفير سطح للقطب يمكن تفكك جزئيات الهيدروجين علية .

٢- توفير وسيلة لحدوث توصيل كهربائي مع الدائرة الخارجية .

جهود الاقطاب القياسية

يستخدم قطب الهيدروجين القياسي لقياس جهود الاقطاب الاخرى بحيث ان الخلية التي تحتوي قطب عنصر + قطب الهيدروجين فان جهد لخلية يساوي جهد قطب العنصر لان جهد الهيدروجين يساوي صفر .

مثال توضيحي |

عند قياس جهد الخلية القياسي لخلية مكونة من الخارصين ك انود وقطب الهيدروجين ك كاثود وجد ان جهد الخلية القياسي $E^{\circ}_{cell} = +0.763$ حيث يمكن قياس جهد قطب الخارصين القياسي

- بما ان الخارصين انود ⇐ E°_{anode}
- والهيدروجين كاثود ⇐ E°_{cathod}

- $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

$+0.763\ V = E^{\circ}_{anode} + 0.0\ V$

$E^{\circ}_{anode} = +0.763\ V$

ملاحظات لحساب جهد الخلية القياسي

١- قطب الانود هو للعنصر الاقل جهد اختزال . وقطب الكاثود هو للعنصر الاكبر جهد اختزال

٢- دائماً في السؤال يعطي جهود اختزال (كاثود) لذلك تحويل احد الجهود الى جهد اكسدة (انود) وذلك بقلب اشارة جهد الاختزال الاقل .

✓ $E^{\circ}_{cathod} = -E^{\circ}_{anode}$

٣- عدد الالكترونات المفقودة يساوي عدد الالكترونات المكتسبة .

٤- لاستخراج جهد الخلية القياسي

✓ $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

انتبه || E°_{anode} لا يكون معطى في السؤال نحن نجدة حيث نأخذ اقل جهد اختزال ونعكس اشارته يصبح E°_{anode}

- E°_{cathod} يكون معطى في السؤال

❖ **مثال 4 – 9 ||** اكتب تفاعلات نصفي خلية دانيال ثم احسب جهد الخلية القياسي اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$E^\circ_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76\ V\ ,E^\circ_{Cu^{+2}/Cu} = +0.34\ V$

✓ **الحل |** نأخذ جهد الاختزال الاقل نعكس اشارته لكي يصبح جهد الكسدة (انود)

(الاقل هو $E^\circ_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76\ V$)

$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ $\qquad E^\circ_{anode} = +0.76\ V$

$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$ $\qquad E^\circ_{cathod} = +0.34\ V$

$Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu$

❖ $E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ_{cell} = +0.76 + 0.34$

$E^\circ_{cell} = 1.10\ V$

❖ **تمرين 4 – 13 |** احسب جهد الخلية القياسية لخلية تم عملها من قطب الكادميوم Cd المغمور في محلول $1M$ من نترات الكادميوم وقطب الكروم Cr المغمور في $1M$ من نترات الكروم

❖ اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$E^\circ_{Cr^{+3}/Cr} = -0.74\ V\ ,E^\circ_{Cd^{+2}/Cd} = -0.40\ V$

✓ **الحل |** نأخذ جهد الاختزال الاقل نعكس اشارته لكي يصبح جهد الكسدة (انود)

(الاقل هو $E^\circ_{Cr^{+3}/Cr} = -0.74\ V$)

- $2Cr \rightarrow 2Cr^{+3} + 6e^-$ $\qquad E^\circ_{anode} = +0.74\ V$

$3Cd^{+2} + 6e^- \rightarrow 3Cd$ $\qquad E^\circ_{cathod} = -0.40\ V$

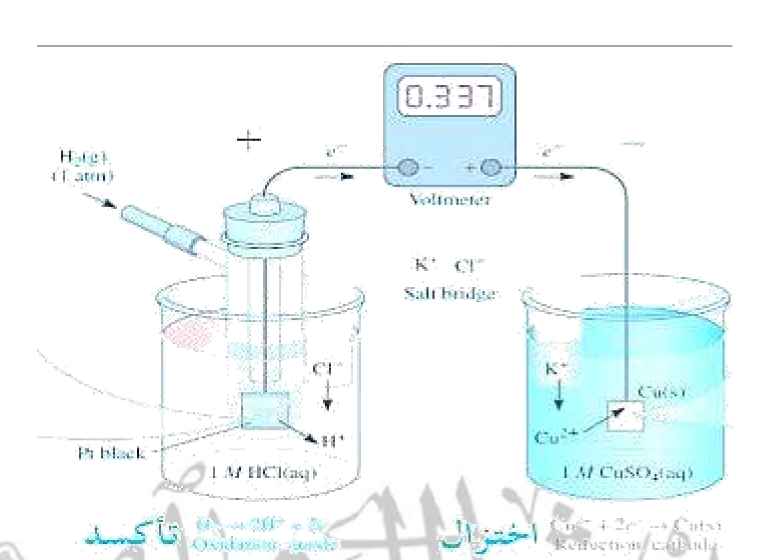
$2Cr + 3Cd^{+2} \rightarrow 2Cr^{+3} + 3Cd$

❖ $E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ_{cell} = +0.74 + (-0.40)$

$E^\circ_{cell} = +0.34\ V$

تمرين 4 – 12 || للخلية الموضحة في الشكل ادناه المكونة من قطب الهيدروجين كأنود وقطب النحاس ككاثود . احسب الجهد القياسي لقطب النحاس . اذا علمت ان جهد الخلية القياسي الذي تمت قراءته في مقياس الجهد القياسي يساوي **+0.337 V**




✓ الحل || قطب الهيدروجين انود وقطب النحاس كاثود (جهد قطب الهيدروجين= صفر)

✓ $H_2 \rightarrow 2H^{+1} + 2e^-$ $\qquad E^{\circ}_{anode} = 0.0\ V$

✓ $Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$ $\qquad E^{\circ}_{cathod} = ?$

✓ ______________________

✓ $H_2 + Cu^{+2} \rightarrow 2H^{+1} + Cu$

$E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$ ✓

$0.337 = 0.0 + E^{\circ}_{cathod}$

$E^{\circ}_{cathod} = +0.337\ V$

استراحه || كلماتي

عليكم بعد لا ابجي ولا انود

ومنافس الي ابد ماكو ولا ند

العانت اختزال كاثود والانود

العانت اكسدة وذابت خطية



انواع الاقطاب

١- قطب فلز | ايون الفلز :- يتكون هذا النوع من الاقطاب من غمر لوح من الفلز في محلول ايونات ذلك الفلز مثل غمر لوح من الخارصين في محلول كبريتات الخارصين ويكون تفاعل القطب على الصورة التالية عند استخدامه كانود او ككاثود .

$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ انود ⇔ اكسدة

$Zn^{+2} + 2e^- \rightarrow Zn$ كاثود ⇔ اختزال

٢- القطب الغازي :- يتكون من ضخ غاز خلال انبوبة زجاجية بضغط معين داخل محلول يحتوي على ايونات ذلك الغاز . ولكون الغاز غير موصل للتيار الكهربائي يستخدم سلك من البلاتين كعنصر خامل يعمل موصل للتيار الكهربائي

مثل ضخ غاز H_2 في محلول يحوي HCl بتركيز $1M$

$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

او ضخ غاز Cl_2 في محلول يحوي HCl بتركيز $1M$

$Cl_2 + 2e^- \rightarrow Cl^-$

٣- اقطاب التأكسد والاختزال :- تتكون عادة من غمر سلك من البلاتين او عمود من الكرافيت في محلول يحتوي على ايونات عنصر له حالتي تأكسد مختلفين

مثل غمر سلك من البلاتين في محلول يحتوي ايونات Fe^{+3}, Fe^{+2} او يحتوي ايونات Sn^{+2}, Sn^{+4} .

$Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3} + e^-$ تأكسد ⇔ انود

$Fe^{+3} + e^- \rightarrow Fe^{+2}$ اختزال ⇔ كاثود

❖ انتبه || شلون اعرف انواع الاقطاب

١- قطب فلز | ايون فلز : من انشوف احد الفلزات يعاني اكسدة واختزال من فلز الى ايون او العكس :

فلز $\rightarrow$ ايون $+ e^-$ اكسدة

ايون $+ e^- \rightarrow$ فلز اختزال

٢- القطب الغازي : القطب الغازي اعرفه من اشوف واحد من الغازات الاتية :

$Cl_2, F_2, Br_2, I_2, H_2, N_2, O_2$

$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$ اكسدة / انود

$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$ اختزال / كاثود

$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ اكسدة / انود

$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ اختزال / كاثود

٣- اقطاب التأكسد والاختزال :- نعرف قطب تأكسد او اختزال من نشوف عنصر اله حالتين تأكسد مثل $(Sn^{+2}\ ,\ Sn^{+4}), (Fe^{+2}\ ,\ Fe^{+3})$

بحيث يتحول من ايون الى ايون :

اختزال $\quad$ ايون $+ e^- \rightarrow$ ايون

اكسدة $\quad$ ايون $\rightarrow$ ايون $+ e^-$

- مثل

اكسدة / انود $\quad Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3} + e^-$

اختزال / كاثود $\quad Fe^{+3} + e^- \rightarrow Fe^{+2}$

التعبير عن الخلية كتابة

- للتعبير عن قطب الفلز / ايون الفلز: يكون التعبير كالاتي :

١- اذا كان القطب انود

رمز الفلز | رمز أيون الفلز $(1M)$

- مثال $/ Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ $\quad$ اكسدة $\Leftrightarrow$ انود

التعبير $\leftarrow$ $Zn \mid Zn^{+2}(1M)$

٢- اذا كان القطب كاثود

رمز أيون الفلز $(1M)$| رمز الفلز

- مثال $Zn^{+2} + 2e^- \rightarrow Zn$ $\quad$ اختزال $\Leftrightarrow$ كاثود

التعبير $\leftarrow$ $Zn^{+2}(1M)|Zn$

- التعبير عن القطب الغازي يكون التعبير كالاتي :

١- اذا كان القطب انود

Pt | رمز الغاز $(1atm)$| رمز ايون الغاز $(1M)$

- مثال $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ $\quad$ اكسدة $\Leftrightarrow$ انود

$Pt|H_2(1atm)|H^+(1M)$

٢- اذا كان القطب كاثود

رمز ايون الغاز $(1M)$ | رمز الغاز $(1atm)$| Pt

- مثال $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ $\quad$ اختزال $\Leftrightarrow$ كاثود

$H^+(1M)|\ H_2(1atm)|Pt$

- التعبير عن اقطاب التأكسد والاختزال يكون التعبير كالاتي :

١- اذا كان القطب انود

$Pt|$ رمز الايون الاقل عدد تأكسد $(1M)$; رمز الايون الاكثر عدد التأكسد $(1M)$

مثال : $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3} + e^{-}$ انود $\Leftrightarrow$ اكسدة

$Pt|\ Fe^{+2}(1M); Fe^{+3}\ (1M)$

٢- اذا كان القطب كاثود

رمز الايون الاكثر عدد تأكسد $(1M)$; رمز الايون الاقل عدد التأكسد $(1M)|Pt$

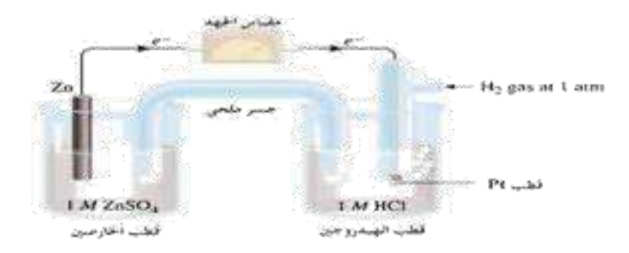
مثال: $Sn^{+4} + 2e^{-} \rightarrow \ Sn^{+2}$ كاثود $\Leftrightarrow$ اختزال

$Sn^{+4}(1M);\ Sn^{+2}(1M)|Pt$

- يكون التعبير عن الخلية العام

تعبير الكاثود || تعبير الانود

❖ مثال 4 – 10 | عبر عن الخلية الموضح شكلها في الرسم كتابةً ثم اكتب تفاعلات نصفي الخلية وتفاعلها العام



✓ الحل || من الرسم واضح H_2 قطب كاثود وZn انود

$Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^{-}$ تفاعل التأكسد عند الانود

$2H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2$ تفاعل الاختزال عند الكاثود

$Zn + 2H^{+} \rightarrow Zn^{+2} + H_2$

- يكون التعبير عن الخلية تعبير الكاثود || تعبير الانود

$Zn|Zn^{+2}(1m)\ ||\ H^{+}(1M)|H_2(1atm)|\ Pt$

❖ تمرين 4 – 15 | التفاعل العام لخلية كلفانية هو الاتي :

$$Cl_2 + 2Ag \rightarrow 2Cl^- + 2Ag^+$$

❖ عبر عن الخلية كتابةً عند الظروف القياسية ثم بين تفاعلي الاكسدة والاختزال

✓ الحل ||

تأكسد | انود $2Ag \rightarrow 2Ag^+ + 2e^-$

اختزال | كاثود $Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$

- يكون التعبير عن الخلية تعبير الانود || تعبير الكاثود

$Ag\ |Ag^+(1M)||\ Cl^-(1M)|Cl_2(1atm)|\ Pt$

ملاحظات مهمه جداً

اهم خطوه في حل مسائل E°_{cell} هو معرفة قطب الانود وقطب الكاثود ويتم ذلك عن طريق :

١- اذا اعطى تفاعل خلية عام يمكن معرفة الانود المادة التي تعاني اكسدة والكاثود هو المادة التي تعاني اختزال

٢- اذا اعطى رسم للخلية يكون الانود من جهة اليسار والكاثود من اليمين :

٣- اذا اعطى تعبير الخلية العامة يكون الانود من جهة اليسار والكاثود من اليمين :

تعبير الكاثود || تعبير الانود

٤- اذا كان السؤال هل يمكن اذابة فلز يكون الفلز المراد اذابته انود

٥- اذا كان السؤال هل يمكن الحفظ يكون الاناء انود والمادة المراد حفظها كاثود

٦- اذا لم يذكر اي من النقاط اعلاه اي لا يعطي معادلة تفاعل عامة ولا تعبير عن خلية ولا يكون السؤال هل يمكن اذابة فلز ولا يكون السؤال هل يمكن الحفظ نلجأ الى اختيار اقل جهد اختزال انود واكبر جهد اختزال كاثود

انتبه : بالسؤال دائما ينطي جهود اختزال للقطبين انت بعدما تعرف منو انود ومنو كاثود نقلب اشارة جهد القطب المختار انود لكي يصبح من جهد اختزال (كاثود) الى جهد اكسدة (انود)

$$E^\circ_{cathod} = -E^\circ_{anode}$$

كيفية حل مسائل فرق الجهد (E°_{cell})

١- نحدد قطب الانود وقطب الكاثود حيث بعد معرفة قطب الانود نقوم بتحويل جهد الاختزال الى جهد الاكسدة وذلك بعكس اشارة جهد القطب المختار انود

٢- نجد E°_{cell} من قانون $E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$ | حيث اذا كانت قيمة E°_{cell}

أ- $E^\circ_{cell} = +$ فأن

(التفاعل تلقائي | لا يمكن الحفظ | يمكن اذابة الفلز | يتحرر غاز H_2)

ب- $E^\circ_{cell} = -$ فأن

(التفاعل غير تلقائي | يمكن الحفظ | لا يمكن اذابة الفلز | لا يتحرر غاز H_2)

- ملاحظة : أفضل عامل مؤكسد هي المادة الاكبر جهد اختزال
- ملاحظة : تذكر بالسؤال دائما ينطي جهود اختزال للقطبين . الي تختاره انود نعكس اشارته .

ملاحظات

١- في سؤال هل يمكن اذابة فلز نجعل الفلز المراد اذابته انود والمحلول كاثود

٢- في سؤال هل يمكن الحفظ نجعل الفلز المراد حفظه كاثود والاناء انود

٣- في سؤال ايهما يحرر الهيدروجين نجعل الهيدروجين كاثود ونختار انود مناسب يجعل تفاعل الخلية تلقائي اي $E^\circ_{cell} = +$

❖ تمرين 4 – 14 | هل يمكن حدوث كل من تفاعلات التأكسد والاختزال الممثلة بالمعادلات التالية تحت الظروف القياسية بشكل تلقائي

- اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$$E^\circ_{(Co^{+2}|Co)} = -0.28V \quad , \quad E^\circ_{(Ni^{+2}|Ni)} = -0.25\,V$$

$$E^\circ_{(Fe^{+2}|Fe)} = -0.44\,V \quad , \quad E^\circ_{(Au^{+3}|Au)} = +1.50\,V$$

- $Ni + Co^{+2} \rightarrow Ni^{+2} + Co$
- $3Fe + 2Au^{+3} \rightarrow 3Fe^{+2} + 2Au$

✓ الحل |

- $Ni + Co^{+2} \rightarrow Ni^{+2} + Co$
- من المعادلة نعرف Ni انود ، Co كاثود
- $Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ $\quad E^\circ_{anode} = +0.25\ V$
- $Co^{+2} + 2e^- \rightarrow Co$ $\quad E^\circ_{cathod} = -0.28\ V$
- $Ni + Co^{+2} \rightarrow Ni^{+2} + Co$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ_{cell} = +0.25 + (-0.28) \Rightarrow E^\circ_{cell} = -0.03$

- التفاعل غير تلقائي لان قيمة $E^\circ_{cell} = -0.03$ سالبة

- $3Fe + 2Au^{+3} \rightarrow 3Fe^{+2} + 2Au$
- من المعادلة نعرف Fe انود ، Au كاثود
- $3Fe \rightarrow 3Fe^{+2} + 6e^-$ $\quad E^\circ_{anode} = +0.44\ V$
- $2Au^{+3} + 6e^- \rightarrow 2Au$ $\quad E^\circ_{cathod} = +1.50\ V$
- $3Fe + 2Au^{+3} \rightarrow 3Fe^{+2} + 2Au$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ_{cell} = +0.44 + 1.50 \Rightarrow E^\circ_{cell} = +1.94$

- التفاعل تلقائي لان قيمة $E^\circ_{cell} = +1.94$ موجبة

❖ تمرين 4 – 16 | هل بإمكان محلول HCl اذابة فلز الفضة الموجود في محلول يحتوي على ايون الفضة Ag^+ بتركيز $(1M)$ للخلية التالية.

- علماً ان جهد الاختزال القياسي للفضة $E^\circ_{(Ag^+|Ag)} = +0.80$
- معلومة :- تحدث اذابة فلز اذا كان التفاعل تلقائي)

➢ $Ag|Ag^+(1M)\,||\,H^+(1M)|\,H_2(1atm)|\,Pt$

✓ الحل || من تعبير الخلي كتابةً نعرف انه Ag انود و H_2 كاثود

✓ $2Ag \rightarrow 2Ag^+ + 2e^-$ $\quad E^\circ_{anode} = -0.80\ V$

✓ $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ $\quad E^\circ_{cathod} = 0.0\ V$

✓ $2Ag + 2H^+ \rightarrow 2Ag^+ + H_2$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ_{cell} = -0.80 + 0.0$

$E^\circ_{cell} = -0.80\ V$

❖ اشارة E°_{cell} سالبة لا يمكن اذابة الفلز

❖ سؤال 4 – 11 | هل يجري تفاعل الخلية التالية المعبر عنها ادناه تلقائياً ام لا ؟

❖ علما ان جهد الاختزال القياسية

$E^\circ_{(Br_2|Br^-)} = +1.07\ V \quad E_{(Fe^{+3}|Fe^{+2})} = +0.77\ V$

$Pt|\ Fe^{+2}(1M); Fe^{+3}(1M)\ ||Br_2(1atm)\ |Br^-(1M)|\ Pt$

❖ الحل | من تعبير الخلية نعرف ان Fe انود و Br_2 كاثود

➢ $2Fe^{+2} \rightarrow 2Fe^{+3} + 2e^-$ $\quad E^\circ_{anode} = -0.77\ V$

➢ $Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$ $\quad E^\circ_{cathod} = +1.07\ V$

➢ $Br_2 + 2Fe^{+2} \rightarrow 2Br^- + 2Fe^{+3}$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ_{cell} = -0.77 + 1.07 \Rightarrow E^\circ_{cell} = +0.30\ V$

- التفاعل تلقائي لأن E°_{cell} قيمة موجبة

❖ سؤال 4 – 14 | هل يمكن حفظ محلول ملح الطعام في اناء من النحاس

❖ علماً ان جهود الاختزال القياسية

$E_{(Na^+|Na)} = -2.70\ V \quad , \quad E_{(Cu^{+2}|Cu)} = +0.34\ V$

❖ الحل | نجعل المادة المراد حفظها $NaCl$ كاثود والاناء Cu انود

- $Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e^-$ $\quad E^\circ_{anode} = -0.34\ V$
- $2Na^+ + \ +2e^- \rightarrow 2Na$ $\quad E^\circ_{cathod} = -2.70\ V$
- $2Na^+ + Cu \rightarrow 2Na + Cu^{+2}$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ_{cell} = -0.34 + (-2.70) \Longrightarrow E^\circ_{cell} = -3.04\ V$

➢ يمكن الحفظ لأنه $E^\circ_{cell} = -$ حيث لا يحصل تفاعل تلقائي .

❖ سؤال 4 - 42 | طلب من احد الطلبة حفظ محلول $CuSO_4$ فقام بحفظها في قنينة مصنوعة من الالمنيوم أكان الطالب موفقا ام لا في عمله هذا ولماذا؟ علماً ان جهود الاختزال القياسية

$E^\circ_{(Al^{+3}|Al)} = -1.66\ V \quad , E^\circ_{(Cu^{+2}|Cu)} = +0.34\ V$

❖ الحل || نجعل الاناء Al انود والمادة المراد حفظها Cu كاثود

❖ $2Al \rightarrow 2Al^{+3} + 6e^-$ $\quad E^\circ_{anode} = +1.66\ V$

❖ $3Cu^{+2} + 6e^- \rightarrow 3Cu$ $\quad E^\circ_{cathod} = +0.34\ V$

❖ $3Cu^{+2} + 2Al \rightarrow 3Cu + \ 2Al^{+3}$

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ_{cell} = 1.66 + 0.34 \Longrightarrow E^\circ_{cell} = +2\ V$

➢ لم يكن موفقا. لأنه لا يمكن الحفظ لان $E_{cell} = +$ اي التفاعل تلقائي حيث يحصل تفاعل بين المادة المراد حفظها والاناء

❖ سؤال اضافي | أي المواد في الازواج التالية هو الافضل كعامل مؤكسد تحت الظروف القياسية | اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$$E^\circ_{(Ag^+|Ag)} = +0.80\ V \quad , \quad E^\circ_{(Au^{+3}|Au)} = +1.50\ V$$

$$E^\circ_{(Br_2|Br^-)} = +1.07\ V \quad , E^\circ_{(Cr^{+3}|Cr)} = -0.74\ V$$

$$E^\circ_{(Cd^{+2}|Cd)} = -0.40\ V$$

أ) Br_2 ام Au^{+3} ب) H_2 ام Ag^+ ج) Cd^{+2} ام Cr^{+3}

✓ الحل || المادة الاكبر جهدا اختزال هي افضل عامل مؤكسد

أ- Au^{+3} : افضل عامل مؤكسد لان جهد اختزاله اكبر

ب- Ag^+ : افضل عامل مؤكسد لان جهد اختزاله اكبر

ج- Cd^{+2} : افضل عامل مؤكسد لان اختزاله اكبر

❖ سؤال 4 – 10 | بين ايهما يحرر الهيدروجين الالمنيوم ام الذهب عن تفاعلهما مع الحوامض المخففة | اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$$E^\circ_{(Au^{+3}|Au)} = +1.50 \quad , \quad E^\circ_{(Al^{+3}|Al)} = -1.66\ V$$

✓ الحل || نجعل الهيدروجين كاثود ونختار انود مناسب (Al او Au) الذي يجعل E°_{cell} قيمة موجبة

Au	Al
$2Au \rightarrow 2Au^{+3} + 6e^- \quad E^\circ_{anode} = -1.50\ V$	$2Al \rightarrow 2Al^{+3} + 6e^- \quad E^\circ_{anode} = +1.66\ V$
$6H^+ + 6e^- \rightarrow 3H_2 \quad E^\circ_{cathod} = 0.0V$	$6H^+ + 6e^- \rightarrow 3H_2 \quad E^\circ_{cathod} = 0.0V$
$2Au + 6H^+ \rightarrow 2Au^{+3} + 3H_2$	$2Al + 6H^+ \rightarrow 2Al^{+3} + 3H_2$
$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$	$E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$
$E^\circ_{cell} = -1.50 + 0$	$E^\circ_{cell} = +1.66 + 0$
$E^\circ_{cell} = -1.50\ V$	$E^\circ_{cell} = +1.66$

• ∵ Al هو يجعل تفاعل الخلية تلقائي $E^\circ_{cell} = +$

Al هو يحرر الهيدروجين

❖ سؤال 4 – 23 | للخلية الاتية : $Al\,|Al^{+3}(1M)\,||\,Cd^{+2}(1M)|Cd$

اذا علمت ان جهد الخلية القياسي $E^\circ_{cell} = +1.26\ V$

وجهد الاختزال القياسي للكادميوم $E_{(Cd^{+2}|Cd)} = -0.40\ V$

احسب جهد اختزال القياسي للألمنيوم

✓ الحل || من تعبير الخلية Al هو انود و Cd لذلك نجد E°_{anode} ثم نعكس اشارته ليتحول الى جهد اختزال

✓ $2Al \rightarrow 2Al^{+3} + 6e^-$ $\quad E^\circ_{anode} = ?\ V$

✓ $3Cd^{+2} + 6e^- \rightarrow 3Cd$ $\quad E^\circ_{cathod} = -0.40\ V$

✓ $2Al + 3Cd^{+2} \rightarrow 2Al^{+3} + 3Cd$

✓ $E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod} \rightarrow\!\!> E^\circ_{anode} = E^\circ_{cell} - E^\circ_{cathod}$

$$E^\circ_{anode} = 1.26 + 0.40 = +1.66\ V$$

$$E^\circ_{(Al^{+3}|Al)} = -1.66\ V$$

العلاقة بين جهد الخلية E°_{cell} وطاقة كبس الحرة القياسية ΔG° وثابت الاتزان K_{eq}

كما عرفنا ان الخلايا الكلفانية تحول الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية لإنجاز شغل

الطاقة الكهربائية J = جهد الخلية V * الشحنة الكلية C

$$1J = 1V * 1C$$

- $\Delta G = -nFE_{cell}$ ……………… (1) في ظروف غير قياسية
- $\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$ ……………… (2) في ظروف قياسية
- $\Delta G^\circ = -RT\ln K_{eq}$ ……………… (3) عند الاتزان

➢ وبتعويض معادلة (2) في(3) نحصل على

- $-RT\ln K_{eq} = -nFE^\circ_{cell}$ ……………… (4)

➢ و بأعادة ترتيب المعادلة

- $E^\circ_{cell} = \frac{RT}{nF}\ln K_{eq}$ ……………… (5)

بتعويض قيم $R = 8.314$, $T = 298$, $F = 96500$ نحصل على المعادلة

❖ $E^\circ_{cell} = \frac{0.026V}{n}\ln K_{eq}$

- ΔG : طاقة كبس غير القياسية
- ΔG° : طاقة كبس الحرة القياسية
- E_{cell} : جهد الخلية الغير قياسي و E°_{cell} : جهد الخلية القياسية
- F : ثابت فرادي ويساوي 96500
- n : عدد الالكترونات المتساوية المحذوفة
- R / ثابت الغازات و K_{eq} ثابت الاتزان

ملاحظات

١- اذا كان ΔG° قيمة سالبة فأن التفاعل تلقائي
واذا كانت ΔG° قيمة موجبة التفاعل غير تلقائي

٢- التلقائية بالنسبة E°_{cell} عكس ΔG°

$$\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell}$$
$$\Delta G^{\circ} = - \times +$$
$$\Delta G^{\circ} = -$$

- تكون قيمة ΔG° سالبة عندما تكون قيمة E°_{cell} موجبة

$$\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell}$$
$$\Delta G^{\circ} = - \times -$$
$$\Delta G^{\circ} = +$$

- ∴ تكون قيمة ΔG° موجبة عندما تكون قيمة E°_{cell} سالبة

❖ **سؤال 4 – 4** | احسب ثابت فراداي وبين وحدته ؟

✓ الجواب ||

- **F فراداي** : هو حاصل ضرب شحنة الالكترون في عدد افكادروا

$$\text{عدد افكادروا} = 6.023 * 10^{23} \frac{1}{mol}$$

$$\text{شحنة الالكترون} = 1.6 * 10^{-19}\ C$$

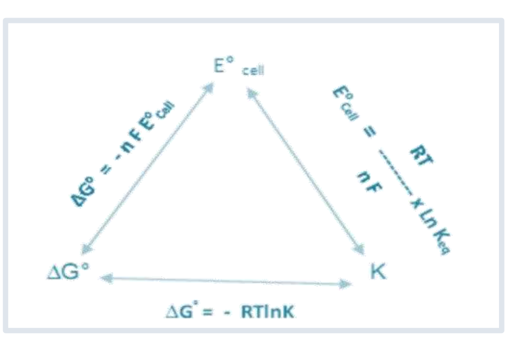
$$F = 6.023 * 10^{23} \frac{1}{mol} * 1.6 * 10^{-19} C$$

$$F = 96500 \frac{C}{mol}$$

❖ **سؤال 4 – 5** | اكتب العلاقة التي تربط ΔG° مع K_{eq} مع E°_{cell} وعرف جميع الرموز التي تحتويها ؟

✓ الحل ||

- $8.314 \frac{J}{K}.mol = R$
- $96500 \frac{C}{mol} = F$
- T = درجة الحرارة كلفن
- n= عدد مولات الالكترونات المتساوية المحذوفة



ملاحظات لحل مسائل العلاقة بين ΔG° و K_{eq} و E°_{cell}

١- اذا كان المجهول ΔG° : نجد E°_{cell} من العلاقة $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$
ثم نجد n من المعادلة ونجد ΔG° من قانون $\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell}$

٢- نستخدم القانون $\Delta G = -nFE_{cell}$ لايجاد ΔG بوجود E_{cell}
أو لإيجاد E_{cell} بوجود ΔG

٣- نستخدم القانون $\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell}$ لايجاد ΔG° بوجود E°_{cell}
أو لايجاد E°_{cell} بوجود ΔG°

٤- نستخدم القانون $E^{\circ}_{cell} = \frac{0.026V}{n} \ln K_{eq}$ لايجاد K_{eq} بوجود E°_{cell}

٥- ΔG , ΔG° هنا تقاس بوحدة J/mol وليس KJ/mol

❖ سؤال 4 – 18 | لماذا يجب ان يكون جهد الخلية موجباً ؟

✓ الجواب || لأن التفاعل تلقائي عندما ΔG° قيمة سالبة و E°_{cell} موجبة وعند تطبيق الاشارة بالمعادلة $\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell}$ نجد ان يجب ان تكون E°_{cell} موجبة حتى تصبح ΔG° قيمة سالبة .

❖ مثال 4 – 11 | خلية كلفانية قياسية تفاعلها العام كالاتي :

$$2Ag^{+} + Pb \rightarrow 2Ag + Pb^{+2}$$

احسب قيمة ΔG° وثابت الاتزان K_{eq} عند درجة حرارة 25°C

- علما ان جهود الاختزال القياسية :

$$E^{\circ}_{(Ag^{+}|Ag)} = +0.80\ V \quad , E^{\circ}_{(Pb^{+2}|Pb)} = -0.13V$$

- علما ان $\ln 2.5 * 10^{31} = 71.53$

✓ الحل | نجد E°_{cell} من $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$ ومن ثم نجد ثابت الاتزان K_{eq}

- من المعادلة واضح ان Pb انود و Ag كاثود

- $Pb \rightarrow Pb^{+2} + 2e^{-}$ $\quad E_{anode} = +0.13V$
- $2Ag^{+} + 2e^{-} \rightarrow 2Ag$ $\quad E_{cathod} = +0.80\ V$
- $2Ag^{+} + Pb \rightarrow 2Ag + Pb^{+2}$
- $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$
  $E^{\circ}_{cell} = +0.13 + 0.80$
  $E^{\circ}_{cell} = +0.93$
- $\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell}$

$\Delta G^{\circ} = -2 * 96500 \frac{C}{mol} * 0.93\ V$

$\Delta G^{\circ} = -179490\ J/mol$

- $E^{\circ}_{cell} = \frac{0.026V}{n} \ln K_{eq}$

$0.93 = \frac{0.026V}{2} * \ln K_{eq}$

$0.93 = 0.013 * \ln K_{eq}$

$\ln K_{eq} = \frac{0.93}{0.013}$

$\ln K_{eq} = 71.53 \Rightarrow \ln K_{eq} = \ln 2.5 * 10^{31}$

$K_{eq} = 2.5 * 10^{31}$

❖ تمرين 4 – 17 | احسب التغير في طاقة كبس الحرة القياسية ΔG° لتفاعل الخلية عند 25°C

$$3Hg_2^{+2} + 2Cr \rightarrow 6Hg + 2Cr^{+3}$$

- فاذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$E^{\circ}_{(Hg_2^{+2}|Hg)} = +0.85\ V \quad , \quad E^{\circ}_{(Cr^{+3}|Cr)} = -0.74\ V$

✓ الحل || نجد E°_{cell} من جهد الاختزال ثم نجد ΔG° من قانون $\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell}$

- واضح من المعادلة Hg كاثود و Cr انود

- $2Cr \rightarrow 2Cr^{+3} + 6e^{-}$ $\qquad E^{\circ}_{anode} = +0.74\ V$
- $3Hg_2^{+2} + 6e^{-} \rightarrow 6Hg$ $\qquad E^{\circ}_{cathod} = +0.85\ V$
- $3Hg_2^{+2} + 2Cr \rightarrow 6Hg + 2Cr^{+3}$
- $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

$E^{\circ}_{cell} = +0.74 + 0.85$

$E^{\circ}_{cell} = +1.59\ V$

- $\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell}$

$\Delta G^{\circ} = -6 * 96500\ C/mol * 1.59\ V$

$\Delta G^{\circ} = -920610\ J/mol$

- تمرين 4 – 18 | لتفاعل الخلية القياسي التالي عند درجة حرارة 25°C

$$2Fe^{+3} + 2I^- \rightarrow 2Fe^{+2} + I_2$$

- اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية

$$E^\circ_{(I_2|I^-)} = +0.53\ V \quad , E^\circ_{(Fe^{+3}|Fe^{+2})} = +0.77\ V$$

❖ احسب :

١- جهد الخلية القياسية
٢- طاقة كبس الحرة القياسية
٣- ثابت الاتزان . علماً ان $\ln 1 * 10^8 = 18.46$

✓ الحل || من المعادلة نعرف ان I_2 انود و Fe كاثود

١- نجد E°_{cell}

- $2I^- \rightarrow I_2 + 2e^-$ $\quad E^\circ_{anode} = -0.53\ V$
- $2Fe^{+3} + 2e^- \rightarrow 2Fe^{+2}$ $\quad E^\circ_{cathod} = +0.77\ V$
- $2Fe^{+3} + 2I^- \rightarrow 2Fe^{+2} + I_2$
- $E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

$E^\circ_{cell} = -0.53 + 0.77$

$E^\circ_{cell} = +0.24\ V$

٢- نجد ΔG°

- $\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$

$\Delta G^\circ = -2 * 96500 \frac{C}{mol} * 0.24\ V$

$\Delta G^\circ = -46320\ J/mol$

٣- نجد K_{eq}

- $E^\circ_{cell} = \frac{0.026V}{n} \ln K_{eq}$

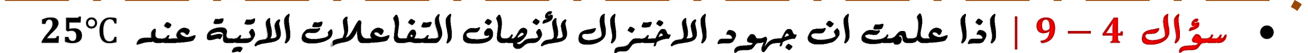
$0.24 = \frac{0.026V}{2} * \ln K_{eq}$

$0.24 = 0.013 * \ln K_{eq}$

$\ln K_{eq} = \frac{0.24}{0.013}$

$\ln K_{eq} = 18.46 \Rightarrow \ln K_{eq} = \ln 1 * 10^8$

$K_{eq} = 1 * 10^8$



• سؤال 4 – 9 | اذا علمت ان جهود الاختزال لأنصاف التفاعلات الاتية عند 25°C

$$PbSO_4 + 2e^- \rightarrow Pb^{+2} + SO_4^{-2} \qquad E^\circ = -0.359\,V$$
$$PbI_2 + 2e \rightarrow Pb^{+2} + 2I^- \qquad E^\circ = -0.365\,V$$

• احسب ثابت الاتزان للتفاعل الاتي

$$PbSO_4 + 2I^- \rightarrow PbI_2 + SO_4^{-2}$$

علما ان Ln 1.6 = 0.46

الحل || لنحصل على التفاعل العام معادلة ١ تبقى كما هي معادلة ٢ تقلب

$$Pb^{+2} + 2I^- \rightarrow PbI_2 + 2e \qquad E^\circ = +0.365\,V$$
$$PbSO_4 + 2e^- \rightarrow Pb^{+2} + SO_4^{-2} \qquad E^\circ = -0.359\,V$$
$$PbSO_4 + 2I^- \rightarrow PbI_2 + SO_4^{-2}$$

- $E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$
  $E^\circ_{cell} = +0.365 - 0.359$
  $E^\circ_{cell} = +0.006\,V$

- $E^\circ_{cell} = \frac{0.026V}{n} \ln K_{eq}$
  $0.006 = \frac{0.026V}{2} * \ln K_{eq}$
  $0.006 = 0.013 * \ln K_{eq}$
  $\ln K_{eq} = \frac{0.006}{0.013}$
  $\ln K_{eq} = 0.46 \Rightarrow \ln K_{eq} = \ln 1.6$
  $K_{eq} = 1.6$

❖ سؤال 4 – 2 | عد الظروف القياسية 25°C وضغط $1atm$ اي تفاعل سيجري تلقائياً في محلول مائي يحتوي على ايونات $Fe^{+3}, Fe^{+2}, Ce^{+3}, Ce^{+4}$ ؟ احسب ΔG° K_{eq} لهذا التفاعل ؟

- اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية :

$$E^\circ_{(Fe^{+3}|Fe^{+2})} = 0.77\ V\ , \quad E^\circ_{(Ce^{+4}|Ce^{+3})} = +1.61\ V$$

- علماً ان $\ln 1.1 * 10^{14} = 32.30$

✓ الحل || لم يعطي طريق نعرف منه الانود والكاثود لذلك نختار اقل جهد اختزال انود

- $Fe^{+} \rightarrow Fe^{+3} + e^{-} \quad E^\circ_{anode} = -0.77\ V$
- $Ce^{+4} + e^{-} \rightarrow Ce^{+3} \quad E^\circ_{cathod} = +1.61\ V$
- $Ce^{+4} + Fe^{+2} \rightarrow Ce^{+3} + Fe^{+3}$
- $E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$
  $E^\circ_{cell} = -0.77 + 1.61$
  $E^\circ_{cell} = +0.84\ V$
- $\Delta G^\circ = -nFE^\circ_{cell}$
  $\Delta G^\circ = -1 * 96500 \dfrac{C}{mol} * 0.84\ V$
  $\Delta G^\circ = -81060 \quad J/mol$
- $E^\circ_{cell} = \dfrac{0.026V}{n} \ln K_{eq}$
  $0.84 = \dfrac{0.026V}{1} * \ln K_{eq}$
  $0.84 = 0.026 * \ln K_{eq}$
  $\ln K_{eq} = \dfrac{0.84}{0.026}$
  $\ln K_{eq} = 32.30 \Rightarrow \ln K_{eq} = \ln 1.1 * 10^{14}$
  $K_{eq} = 1.1 * 10^{14}$

❖ سؤال 4 – 43 : اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية لكل من Cu^{+1} و Cu^{+2} على التوالي هي (0.52 V و 0.34 V) احسب ΔG° لتفاعل الخلية الاتي $2Cu^{+1} \rightarrow Cu^{+2} + Cu$

✓ الحل || نكتب معادلات الاختزال لكل من Cu^{+1} و Cu^{+2}

- $Cu^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Cu \quad E^\circ_{Cu^{+2}} = 0.34\ V$
- $Cu^{+1} + e^{-} \rightarrow Cu \quad E^\circ_{Cu^{+1}} = 0.52\ V$
- نختار الاقل جهد انود ونقلب اشارتة (كذلك نقلب معادلة الانود لنحصل على المعادلة العامة

- $Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e^{-} \quad E^{\circ}_{anode} = -0.34\ V$
- $2Cu^{+1} + 2e^{-} \rightarrow 2Cu \quad E^{\circ}_{cathod} = 0.52\ V$



- $2Cu^{+1} \rightarrow Cu^{+2} + Cu$
- $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

  $E^{\circ}_{cell} = -0.34\ V + 0.52\ V$

  $E^{\circ}_{cell} = +0.18\ V$
- $\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell}$

  $\Delta G^{\circ} = -2 * 96500\ C/mol * 0.18\ V$

  $\Delta G^{\circ} = -34740\ \ J/mol$

اعتماد جهد الخلية على التركيز (معادلة نيرنست)

كما تعلمنا في التفاعلات السابقة ان تراكيز الاقطاب تكون $(1M)$ لكننا نحتاج الى التعامل مع تراكيز تختلف عن $(1M)$ لذا من الضروري ايجاد علاقة تربط جهد الخلية غير القياسي مع تراكيز مكونات الخلية .

- $\Delta G = \Delta G^{\circ} + RT \ln Q$ ………………… (1)
- $\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell}$ ………………… (2)
- $\Delta G = -nFE_{cell}$ ………………… (3)
- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{RT}{nF} \ln Q$ ………………… (4)

➢ عند تعويض قيمة $F\ ,R\ ,T$ في معادلة 4 تصبح المعادلة

- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$ ………… (5)

❖ سؤال 4 – 6 | اكتب معادلة نيرنست وعرف جميع الرموز التي تحتويها

➢ $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$

- $Q = \frac{\text{تركيز الايونات الناتجة}}{\text{تركيز الايونات المتفاعلة}}$
- n = عدد الالكترونات المحذوفة المتساوية
- E°_{cell} = جهد الخلية القياسي
- E_{cell} = جهد الخلية الغير قياسي



❖ ملاحظة || نأخذ على سبيل المثال التفاعل الاتي : $Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu$

- يكون تعبير معادلة نيرنست للتفاعل هو

➢ $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$

- حيث ان Q هو تراكيز الايونات الناتجة على تراكيز الايونات المتفاعلة كل منهم مرفوع الى اس يمثل عدد المولات في المعادلة

➢ $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]}{[Cu^{+2}]}$

❖ ملاحظات مهمة ||

١- نعرف ان السؤال يخص معادلة نيرنست

- اذا اعطى او طلب تراكيز مولارية (غير 1M) اقل او اكثر من 1M

٢- ممكن في معادلة نيرنست ان يطلب E_{cell} و يعطي تراكيز الايونات وبالعكس

٣- E°_{cell} نجدها على الاغلب من $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

و أحياناً نجدها من $\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}_{cell}$

٤- تراكيز العناصر الحرة (ليس ايونات) تساوي واحد عن التعويض في قيمة Q

- $Zn + Cu^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + Cu$
- $Q = \frac{[Zn^{+2}][Cu]}{[Cu^{+2}][Zn]} \Rightarrow Q = \frac{[Zn^{+2}]*(1)}{[Cu^{+2}]*(1)}$

❖ مثال 4 – 12 | احسب جهد الخلية E_{cell} عند درجة حرارة 25 °C

للخلية التي تفاعلها العام $2Ag^{+} + Cu \rightarrow 2Ag + Cu^{+2}$

- اذا علمت ان تراكيز الايونات $[Ag^{+}] = 0.01\ M \ ,[Cu^{+2}] = 0.01\ M$
- وان جهود الاختزال القياسية $E^{\circ}_{(Ag^{+}|Ag)} = +0.80\ V \ ,E^{\circ}_{(Cu^{+2}|Cu)} = +0.34\ V$
-

✓ الحل || نعرف ان السؤال يخص معادلة نيرنست انه اعطى تراكيز للايونات غير (1M)

لذلك نجد E°_{cell} ثم نجد E_{cell} من المعادلة وواضح ان Cu انود و Ag كاثود

- $Cu \rightarrow Cu^{+2} + 2e^{-}$ $\quad E^{\circ}_{anode} = -0.34\ V$
- $2Ag^{+} + 2e^{-} \rightarrow 2Ag$ $\quad E^{\circ}_{cathod} = +0.80\ V$

❖ $2Ag^{+} + Cu \rightarrow 2Ag + Cu^{+2}$

❖ $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

$E^{\circ}_{cell} = -0.34 + 0.80$

$E^{\circ}_{cell} = 0.46\ V$

❖ نجد E_{cell} من معادلة نيرنست

❖ $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$

✓ $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Cu^{+2}]}{[Ag^{+}]^2}$

✓ $E_{cell} = 0.46 - \frac{0.026V}{2} \ln \frac{(0.01)}{(0.01)^2}$

✓ $E_{cell} = 0.46 - 0.013 * \ln \frac{(0.01)}{(0.01)^2}$

✓ $E_{cell} = 0.46 - 0.013 * \ln 100$

✓ $E_{cell} = 0.46 - (0.013 * 4.6) \Rightarrow E_{cell} = 0.4$

❖ تمرين 4 – 19 | بأستخدام الخلية الكلفانية الموضحة في الشكل ادناه في تجربة وجد ان E_{cell} للخلية تساوي $0.73\ V$ عند 25°C افترض ان $[Zn] = 0.1\ M$ وضغط غاز الهيدروجين 1atm احسب التركيز المولاري لأيونات H^{+}

❖ اذا علمت ا $E^{\circ}_{(Zn^{+2}|Zn)} = -0.76\ V$

✓ علما ان $\ln 10 = 2.3$



✓ الحل || من الرسم نعرف Zn انود و H_2 كاثود

○ $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^{-}$ $E^{\circ}_{anode} = +0.76\ V$

○ $2H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2$ $E^{\circ}_{cathod} = 0.0\ V$

❖ $Zn + 2H^{+2} \rightarrow Zn^{+2} + H_2$

❖ $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

$E^{\circ}_{cell} = +0.76 + 0.0$

$E^{\circ}_{cell} = 0.76\ V$

❖ $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]}{[H^{+}]^2}$

❖ $0.73 = 0.76 - \frac{0.026V}{2} \ln \frac{(0.1)}{[H^{+}]^2}$

❖ $0.73 = 0.76 - 0.013 * \ln \frac{(0.1)}{[H^{+}]^2}$

❖ $0.73 - 0.76 = -0.013 * \ln \frac{(0.1)}{[H^{+}]^2} \Rightarrow -0.03 = -0.013 * \ln \frac{(0.1)}{[H^{+}]^2}$

❖ $\ln \frac{(0.1)}{[H^{+}]^2} = \frac{-0.03}{-0.013}$

❖ $\ln \frac{(0.1)}{[H^{+}]^2} = 2.3 \Rightarrow \ln \frac{(0.1)}{[H^{+}]^2} = \ln 10$

❖ $\frac{(0.1)}{[H^{+}]^2} = 10 \Rightarrow [H^{+}]^2 = \frac{0.1}{10} \Rightarrow [H^{+}]^2 = 0.01 \Rightarrow [H^{+}] = 0.1\ M$

❖ تمرين 4 – 20 | احسب E°_{cell} , E_{cell} , ΔG لخلية الاتية

$$Mg|Mg^{+2}(0.05\ M)\ ||\ Sn^{+2}(0.04\ M)|Sn$$

❖ اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية :

$$E^{\circ}_{Sn^{+2}|Sn} = -0.14\ V\ ,\ E^{\circ}_{Mg^{+2}|Mg} = -2.37\ V$$

✓ الحل || من تعبير الخلية نعرف Mg انود و Sn كاثود

- $Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ $\quad E^{\circ}_{anode} = +2.37\ V$
- $Sn^{+2} + 2e^- \rightarrow Sn$ $\quad E^{\circ}_{cathod} = -0.14\ V$
- $Mg + Sn^{+2} \rightarrow Mg^{+2} + Sn$

❖ $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

$E^{\circ}_{cell} = +2.37 + (-0.14)$

$E^{\circ}_{cell} = +2.23\ V$

❖ نجد E_{cell} من معادلة نيرنست

❖ $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$

- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Mg^{+2}]}{[Sn^{+2}]}$
- $E_{cell} = 2.23 - \frac{0.026V}{2} \ln \frac{(0.05)}{(0.04)}$
- $E_{cell} = 2.23 - 0.013 * \ln \frac{(0.05)}{(0.04)}$
- $E_{cell} = 2.23 - 0.013 * \ln 1.25$
- $E_{cell} = 2.23 - (0.013 * 0.223)$
- $E_{cell} = 2.23 - 0.003\ V$
- $E_{cell} = 2.227\ V$

❖ $\Delta G = -nFE_{cell}$

$\Delta G = -2 * 96500 \frac{C}{mol} * 2.227\ V$

$\Delta G = -429811\ \ J/mol$

❖ سؤال 4 – 7 | احسب E°_{cell} للخلية المكونة من نصفي التفاعل $Zn|Zn^{+2}$ و SHE .
كم سيكون جهد الخلية E_{cell}

- اذا كان $[H^+] = 0.2\ M\ ,\ P_{H_2} = 1atm\ \ [Zn^{+2}] = 0.4\ M.$
- اذا علمت ان جهد الاختزال القياسي $E^{\circ}_{Zn^{+2}|Zn} = -0.76\ V$
- علما ان $\ln 10 = 2.3$

✓ الحل || من المعطيات نعرف ان غاز الهيدروجين دائما يتحرر عند الكاثود

- $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^-$ $\qquad E^{\circ}_{anode} = +0.76\ V$
- $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ $\qquad E^{\circ}_{cathod} = 0.0\ \ V$
- $Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{+2} + H_2$

❖ $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$
$E^{\circ}_{cell} = +0.76 + (0.0)$
$E^{\circ}_{cell} = 0.76\ \ V$

❖ $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n}\ln Q$

- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n}\ln\frac{[Zn^{+2}]}{[H^+]^2}$
- $E_{cell} = 0.76 - \frac{0.026V}{2}\ln\frac{0.4}{(0.2)^2}$
- $E_{cell} = 0.76 - 0.013 * \ln 10$
- $E_{cell} = 0.76 - (0.013 * 2.3)$
- $E_{cell} = 0.76 - (0.03)$
- $E_{cell} = +0.73$

❖ سؤال 4 – 38 || خلية كلفانية في درجة $25\ ^{\circ}C$ كاثودها قطب الهيدروجين وبضغط $1\ atm$ وانودها قطب الالمنيوم تركيز محلول ايوناته $0.008\ M$ عبر عنها كتابة ثم احسب قيمة PH لمحلول قطب الهيدروجين في اللحظة التي يتساوى فيها جهدها القياسي والغير قياسي؟

✓ الحل || يكون التعبير كالاتي

$$Al\,|Al^{+3}(1M)\,||\,H^+(1M)|H_2(1atm)|pt$$

نجد تركيز H ثم نجد PH

- $2Al \rightarrow 2Al^{+3} + 6e^-$
- $6H^+ + 6e^- \rightarrow 3H_2$
- $2Al + 6H^+ \rightarrow 2Al^{+3} + 3H_2$

- بما ان E_{cell} يساوي E°_{cell} نفرضهم A

- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Al^{+3}]^2}{[H^+]^6}$
- $A = A - \frac{0.026V}{6} \ln \frac{[0.008]^2}{[H^+]^6}$
- $A - A = -0.004 * ln \frac{[0.008]^2}{[H^+]^6}$
- $0 = -0.004 * ln \frac{[0.008]^2}{[H^+]^6}$
- $ln \frac{[0.008]^2}{[H^+]^6} = \frac{0}{-0.004} \Rightarrow ln \frac{[0.008]^2}{[H^+]^6} = 0$
- $ln \frac{[0.008]^2}{[H^+]^6} = ln1 \Rightarrow \frac{[0.008]^2}{[H^+]^6} = 1 \Rightarrow [H^+]^6 = 64 * 10^{-6} \Rightarrow [H^+] = 2 * 10^{-1}$
- $PH = -log[H^+] \Rightarrow PH = -log2 * 10^{-1} \Rightarrow PH = -(log2 + log10^{-1})$
- $PH = -(0.3 + -1) = 0.7$

❖ سؤال 4 – 20 | خلية كلفانية تفاعلها العام في درجة 25°C

$$Cu^{+2}(0.01M) + Cd \rightarrow Cu + Cd^{+2}(0.1M)$$

- وجهدها القياسي يساوي $(+0.74\ V)$ احسب التغيير في الطاقة الحرة ؟
- علما ان $\ln 10 = 2.3$

✓ الحل | | من المعادلة نعرف ان Cd انود و Cu كاثود

- E°_{cell} معطى لا حاجة لاستخراجه

- $Cd \rightarrow Cd^{+2} + 2e^-$
- $Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$
- $Cd + Cu^{+2} \rightarrow Cd^{+2} + Cu$

❖ لإيجاد ΔG يجب ان نجد E_{cell} اولاً

- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$
- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Cd^{+2}]}{[Cu^{+2}]}$
- $E_{cell} = 0.74 - \frac{0.026V}{2} \ln \frac{0.1}{0.01}$
- $E_{cell} = 0.74 - 0.013 * \ln 10$
- $E_{cell} = 0.74 - (0.013 * 2.3)$
- $E_{cell} = 0.74 - 0.03$
- $E_{cell} = 0.74 - 0.03$
- $E_{cell} = 0.71\ \ V$

❖ $\Delta G = -nFE_{cell}$

$$\Delta G = -2 * 96500 \frac{C}{mol} * 0.71\,V$$

$$\Delta G = -137030 \quad J/mol$$

❖ سؤال 4 – 28 | احسب التغير في الطاقة الحرة للتفاعل الخلية التالي عند درجة 25°C

$$Mg|Mg^{+2}\ (1M)\ ||\ Br^{-}(0.1\ M\ )|Br_2(1atm)\ |\ Pt$$

- اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية — علما ان ln 0.01= - 4 . 6

$$E^{\circ}_{Mg^{+2}|Mg} = -2.37\ V\ ,\ E^{\circ}_{Br_2|Br^-} = +1.07\ V$$

✓ الحل || من تعبير الخلية واضح ان Mg انود و Br_2 كاثود

- $Mg \rightarrow Mg^{+2} + 2e^-$ $\qquad E^{\circ}_{anode} = +2.37\ V$
- $Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$ $\qquad E^{\circ}_{cathod} = +1.07\ V$

- $Mg + Br_2 \rightarrow Mg^{+2} + 2Br^-$
- $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

  $E^{\circ}_{cell} = +2.37 + 1.07 \Rightarrow E^{\circ}_{cell} = +3.44\ V$
- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n}\ln Q$
  - $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{2}\ln\frac{[Mg^{+2}]\,[Br^-]^2}{(1)(1)}$
  - $E_{cell} = 3.44 - 0.013 * \ln(1) * (0.1)^2$
  - $E_{cell} = 3.44 - 0.013 * \ln 0.01$
  - $E_{cell} = 3.44 - (0.013 * -4.6)$
  - $E_{cell} = 3.44 - (-0.06)$
  - $E_{cell} = 3.44 + 0.06$
  - $E_{cell} = 3.50\ V$

❖ $\Delta G = -nFE_{cell}$

$$\Delta G = -2 * 96500\frac{C}{mol} * 3.50\ V$$

$$\Delta G = -675500\ \ J/mol$$



❖ سؤال 4 – 25 | اذا علمت ان جهد الخلية الاتية : $Sn|Sn^{+2}(?\,M)||\,Ag^{+}(1M)|Ag$
عند درجة 25℃ يساوي $E_{cell} = 0.9992\ V$ جد تركيز ايونات القصدير Sn^{+2} في محلول القطب

- علماً ان قطب الفضة في ظروف قياسية وجهود الاختزال القياسية هي

$$E^{\circ}_{Sn^{+2}|Sn} = -0.14V \quad , \qquad E^{\circ}_{Ag^{+2}|Ag} = +0.80\ V$$

- علماً ان $\ln 0.01 = -4.6$

✓ الحل || من تعبير الخلية نعرف ان Sn انود و Ag^{+} كاثود

- $Sn \rightarrow Sn^{+2} + 2e^{-}$ $\qquad E^{\circ}_{anode} = +0.14$
- $2Ag^{+} + 2e^{-} \rightarrow 2Ag$ $\qquad E^{\circ}_{cathod} = +0.80$

- $Sn + 2Ag^{+} \rightarrow Sn^{+2} + 2Ag$
- $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$
  $E^{\circ}_{cell} = +0.14 + 0.80 \Rightarrow E^{\circ}_{cell} = 0.94\ V$
- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n}\ln Q$

○ $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{2}\ln\frac{[Sn^{+2}]}{[Ag^{+}]^{2}}$

○ $0.9992\ \text{V} = 0.94\ \text{V} - 0.013\ \text{V} * \ln\frac{[Sn^{+2}]}{(1)^{2}}$

○ $0.9992\ \text{V} - 0.94\ \text{V} = -0.013\ \text{V} * \ln\frac{[Sn^{+2}]}{1}$

○ $0.0592 = -0.013\ \text{V} * \ln[Sn^{+2}]$

○ $\ln[Sn^{+2}] = \frac{0.0592}{-0.013}$

○ $\ln[Sn^{+2}] = -4.6 \quad \Rightarrow \ln[Sn^{+2}] = \ln 0.01$

○ $[Sn^{+2}] = 0.01$

❖ سؤال 4 – 21 | مامقدار التغير في الطاقة الحرة للخلية التالية في درجة حرارة 25℃

- علماً ان $K_{eq} = 2.3 * 10^{4}$

وان التفاعل العام لهذه الخلية : $2H^{+}(1M) + Pb \rightarrow H_2 + Pb^{+2}(0.01M)$

- علماً ان $\ln 2.3 * 10^{4} = 10.04$

✓ الحل || نجد E°_{cell} ثم E_{cell} , ثم ΔG



❖ من المعادلة نعرف ان Pb انود و H_2 كاثود

- $Pb \rightarrow Pb^{+2} + 2e^-$
- $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

- $Pb + 2H^+ \rightarrow Pb^{+2} + H_2$
- $E^\circ_{cell} = \frac{0.026V}{n} \ln K_{eq}$
  - $E^\circ_{cell} = \frac{0.026V}{2} \ln 2.3 * 10^4$
  - $E^\circ_{cell} = 0.013 * 10.04$
  - $E^\circ_{cell} = 0.1305\ V$

❖ $E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$

- $E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Pb^{+2}]}{[H^+]^2}$
- $E_{cell} = 0.1305 - 0.013 * \ln \frac{0.01}{1}$
- $E_{cell} = 0.1305 - (0.013 * \ln 0.01)$
- $E_{cell} = 0.1305 - (0.013 * -4.6)$
- $E_{cell} = 0.1305 + 0.06$
- $E_{cell} = 0.1905$

❖ $\Delta G = -nFE_{cell}$

$\Delta G = -2 * 96500 \frac{C}{mol} * 0.1905V$

$\Delta G = -36766.5\ \ J/mol$

❖ **سؤال 4 – 22** | خلية فولتائية في درجة حرارة 25°C

تفاعلها العام $Sn^{+2} + Ni \rightarrow Sn + Ni^{+2}$

- اذا علمت ان جهد الخلية الغير قياسي يساوي $(+0.17\ V)$
- احسب تركيز ايونات النيكل علما ان قطب القصدير في ظروف قياسية

وجهود الاختزال $E^\circ_{(Sn^{+2}|Sn)} = -0.14\ V$, $E^\circ_{(Ni^{+2}|Ni)} = -0.25\ V$

- علما ان $\ln 0.01 = -4.6$

✓ **الحل** || أنتبه قطب القصدير في ظروفه القياسية يعني تركيزة $1M$

- من المعادلة نعرف Sn كاثود وNi انود

- ❖ $Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ $\qquad E^\circ_{anode} = +0.25\ V$
- ❖ $Sn^{+2} + 2e^- \rightarrow Sn$ $\qquad E^\circ_{cathod} = -0.14\ V$

- ❖ $Sn^{+2} + Ni \rightarrow Sn + Ni^{+2}$
- ❖ $E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

  $E^\circ_{cell} = +0.25 + (-0.14) \Rightarrow E^\circ_{cell} = 0.11\ V$
- ❖ $E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$
- ○ $E_{cell} = E^\circ_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Ni^{+2}]}{[Sn^{+2}]}$
- ○ $0.17\ V = 0.11\ V - 0.013\ V * \ln \frac{[Ni^{+2}]}{(1)}$
- ○ $0.17\ V - 0.11\ V = -0.013\ V * \ln \frac{[Ni^{+2}]}{1}$
- ○ $0.06 = -0.013\ V * \ln[Ni^{+2}]$
- ○ $\ln[Ni^{+2}] = \frac{0.06}{-0.013}$
- ○ $\ln[Ni^{+2}] = -4.6 \quad \Rightarrow \ln[Ni^{+2}] = \ln 0.01$
- ○ $[Ni^{+2}] = 0.01\ M$

❖ **سؤال 4 – 24** | خلية كلفانية في درجة حرارة احد قطبيها هو الهيدروجين وبضغط $1atm$ من غاز الهيدروجين والاخر قطب النيكل تركيز ايوناته فيه $0.01\ M$ ؟

احسب الاس الهيدروجيني لمحلول قطب الهيدروجين

- اذا علمت ان مقدار الطاقة الحرة لتفاعل الخلية $-48.25\ KJ/mol$
- وان جهد الاختزال لقطب النيكل القياسي $E^\circ_{(Ni^{+2}|Ni)} = -0.25\ V$
- علما ان $\ln 1 = 0$

✓ **الحل** || هنا لم يعطي طريق نعرف منه الانود لذلك من السؤال الانود هو Ni الاقل جهد اختزال

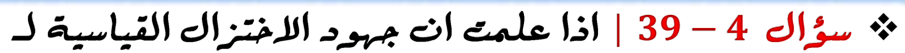
- ▪ $Ni \rightarrow Ni^{+2} + 2e^-$ $\qquad E^\circ_{anode} = +0.25\ V$
- ▪ $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ $\qquad E^\circ_{cathod} = 0.0\ V$

- ▪ $Ni + 2H^+ \rightarrow Ni^{+2} + H_2$
  - ❖ $E^\circ_{cell} = E^\circ_{anode} + E^\circ_{cathod}$

    $E^\circ_{cell} = +0.25 + 0.0 \Rightarrow E^\circ_{cell} = 0.25$

- نحول ΔG الى J/mol ثم نحسب E_{cell} من ΔG

- $\Delta G = -nFE_{cell}$
- $\Delta G = -48.25\ \frac{KJ}{mol}\ \ 1000 = -48250\frac{J}{mol}$
- $-48250 = -2 * 96500 * E_{cell}$
- $E_{cell} = -\frac{48250}{-2*96500} \Rightarrow E_{cell} = 0.25\ \text{V}$
- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n}\ln Q$
- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n}\ln\frac{[Ni^{+2}]}{[H^{+}]^2}$
- $0.25\ \text{V} = 0.25\ \text{V} - 0.013\ \text{V} * \ln\frac{0.01}{[H^{+}]^2}$
- $0.25\ \text{V} - 0.25\ \text{V} = -0.013\ \text{V} * \ln\frac{0.01}{[H^{+}]^2}$
- $0 = -0.013\ \text{V} * \ln\frac{0}{[H^{+}]}$
- $\ln\frac{0.01}{[H^{+}]^2} = \frac{0.01}{-0.013}$
- $\ln\frac{0.01}{[H^{+}]^2} = 0 \Rightarrow \ln\frac{0.01}{[H^{+}]^2} = \ln 1$
- $\frac{0.01}{[H^{+}]^2} = 1$
- $[H^{+}]^2 = 0.01 \Rightarrow [H^{+}] = 0.1\ M$
- $PH = -\log[H^{+}]$
- $PH = -\log 1 * 10^{-}$
- $PH = -(\log 1 + \log 10^{-1})$
- $PH = -(0 + (-1))$
- $PH = 1$



❖ سؤال 4 – 39 | اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية لـ

$E^{\circ}_{(Zn^{+2}|Zn)} = -0.76\ V \quad , E^{\circ}_{(Ag^{+}|Ag)} = 0.80\ V$

- اجب عن ما يأتي :

١- ماذا تتوقع اذا عملت خلية فولتائية تحتوي على لوحي الخارصين والفضة في محاليل من الكتر وليتاتهم تركيز كل منهما $1M$. اي من اللوحين تقل كتلته واي منه سوف تزداد كتلته ولماذا

٢- ما قيمة الطاقة الحرة لخلية فولتائية متكونه من قطب الخارصين القياسي وقطب الفضة في محلول من ايونات الفضة تركيزه $0.1\ M$

✓ الحل ||

١- من جهود الاختزال نعرف ان الاقل (Zn) انود والفضة كاثود لذلك عند عمل الخلية سوف تفقد كل ذرة Zn في الأنود الالكترونين ينتقلان عبر السلك الموصل الخارجي الى الكاثود Ag فيرسب ايونات الفضة بالتالي تقل كتلة الانود Zn وتزداد الكاثود Ag

٢- ما قيمة ΔG

- قطب الخارجي قياسي يعني تركيزه $1M$

- $Zn \rightarrow Zn^{+2} + 2e^{-}$ $\qquad E^{\circ}_{anode} = +0.76\ V$
- $2Ag^{+} + 2e^{-} \rightarrow Ag$ $\qquad E^{\circ}_{cathod} = +0.8\ V$

- $Zn + 2Ag^{+} \rightarrow Zn^{+2} + Ag$
- $E^{\circ}_{cell} = E^{\circ}_{anode} + E^{\circ}_{cathod}$

  $E^{\circ}_{cell} = 0.76 + 0.8 \Rightarrow E^{\circ}_{cell} = 1.56\ V$
- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln Q$
- $E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - \frac{0.026V}{n} \ln \frac{[Zn^{+2}]}{[Ag^{+}]^2}$
- $E_{cell} = 1.56 - \left(0.013 * \ln \frac{1}{[0.1]^2}\right)$
- $E_{cell} = 1.56 - (0.013 * \ln 100)$
- $E_{cell} = 1.56 - (0.013 * 4.6)$
- $E_{cell} = 1.56 - 0.06$
- $E_{cell} = 1.5\ V$

❖ $\Delta G = -nFE_{cell}$

$\Delta G = -2 * 96500 \frac{C}{mol} * 1.5\ V$

$\Delta G = -289500\ \ J/mol$

ملاحظة مهمة || اذا اعطى في السؤال قطب واحد فقط وليس خلية كاملة ويطلب جهد اختزاله القياسي او غير القياسي او يطلب تركيزه نجعل هذا القطب كاثود في معادل نيرنست وتركيز الانود يساوي واحد وتصبح معادلة نيرنست باسم القطب وليس باسم الخلية

❖ $E_{\text{القطب}} = E^{\circ}_{\text{القطب}} - \frac{0.026\,V}{n}\ln Q$

❖ **سؤال 4 – 13 |** احسب جهد قطب غاز H_2 في $25°C$ وضغط $1atm$

- اذا علمت ان PH محلولة الالكتروليتي =١
- علماً ان $\ln 100 = 4.6$

✓ **الحل ||** من PH نجد تركيز H^+ ونجد $E_{(H^+|H)}$ من معادلة نيرنست و لا ننسى $E^{\circ}_{(H^+|H)} = 0.0\,V$

❖ $PH = 1$

$[H^+] = 10^{-PH} \Rightarrow [H^+] = 0.1\,M$

❖ $E_{(H^+|H)} = E^{\circ}_{(H^+|H)} - \frac{0.026\,V}{n}\ln\frac{1}{[H^+]^2}$

$E_{(H^+|H)} = 0 - \frac{0.026\,V}{2}\ln\frac{1}{0.01}$

$E_{(H^+|H)} = -0.013 * 4.6$

$E_{(H^+|H)} = -0.0598\,V$

❖ **سؤال 4 – 19 |** احسب تركيز ايونات الخارصين في محلول قطب الخارصين اذا كان جهد اختزال الخارصين غير القياسي $(-0.82\,V)$ و القياسي $(-0.76\,V)$

- علماً ان $\ln 100 = 4.6$

✓ **الحل ||** نلاحظ ان في السؤال اعطى جهد قطب واحد لذلك نجعله كاثود وتركيز الانود= ١

- $Zn^{+2} + 2e^- \rightarrow Zn$

❖ $E_{Zn^{+2}|Zn} = E^{\circ}_{Zn^{+2}|Zn} - \frac{0.026\,V}{n}\ln\frac{1}{[Zn^{+2}]}$

- $-0.82 = -0.76 - \frac{0.026\,V}{2}\ln\frac{1}{[Zn^{+2}]}$
- $-0.82 + 0.76 = -0.013\,V * \ln\frac{1}{[Zn^{+2}]}$
- $-0.06 = -0.013\,V * \ln\frac{1}{[Zn^{+2}]}$
- $\ln\frac{1}{[Zn^{+2}]} = \frac{-0.06}{-0.013}$
- $\ln\frac{1}{[Zn^{+2}]} = 4.6$
- $\ln\frac{1}{[Zn^{+2}]} = \ln 100$
- $[Zn^{+2}] = \frac{1}{100} \rightarrow [Zn^{+2}] = 0.01\,M$

❖ سؤال اضافي | خفف محلول قطب الكاثود لخلية دانيال القياسي بالماء المقطر فأنخفض جهد القطب بمقدار $0.0592\ V$ عن جهد القياسي

- احسب تركيز ايونات القطب حينئذ
- علما ان $\ln 100 = 4.6$

✓ الحل || نلاحظ انه اعطى قطب واحد كاثود خلية دانيال كما عرفنا سابقاً هو Cu

- نفرض ان جهد القطب القياسي = a

جهد قطب الغير قياسي انخفض بمقدار 0.0592 عن القياسي اذا اصبح = $a - 0.0592$

$$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$$

❖ $E_{Cu^{+2}|Cu} = E^{\circ}_{Cu^{+2}|Cu} - \frac{0.026\ V}{n} \ln \frac{1}{[Cu^{+2}]}$

- $a - 0.0592 = a - \frac{0.026\ V}{2} \ln \frac{1}{[Cu^{+2}]}$
- $a - a - 0.0592 = -0.013 * \ln \frac{1}{[Cu^{+2}]}$
- $-0.0592 = -0.013 * \ln \frac{1}{[Cu^{+2}]}$
- $\ln \frac{1}{[Cu^{+2}]} = \frac{-0.0592}{-0.013}$
- $\ln \frac{1}{[Cu^{+2}]} = 4.6$
- $\ln \frac{1}{[Cu^{+2}]} = \ln 100$
- $\frac{1}{[Cu^{+2}]} = 100 \Rightarrow [Cu^{+2}] = \frac{1}{100} = 0.01\ M$

❖ 4 – 10 | الخلايا الالكتروليتية

وهي الخلايا لمستهلكه للتيار الكهربائي في هذه الخلايا تحول الطاقة الكهربائية الى طاقة كيميائية وتكون تفاعلاتها غير تلقائية تستخدم في عملية الطلاء الكهربائي وتنقية الفلزات .

- بعض انواع الخلايا الالكتروليتية

١- خلية التحليل الكهربائي لمنصهر كلوريد الصوديوم
٢- خلايا الطلاء الكهربائي

١-خلية التحليل الكهربائي لمنصهر كلوريد الصوديوم

تكون اقطابها مثل الكاربون او البلاتين مغمور في منصهر كلوريد الصوديوم وعند عملية التحليل الكهربائي فأن الاختزال يحدث

- عند الكاثود حيث تختزل ايونات Na^+ فقط مكونه فلز الصوديوم

$$Na^+ + e^- \rightarrow Na$$

- وعند الانود تحدث عملية التأكسد حيث تتأكسد ايونات الكلوريد فقط

Cl^- حيث يتحرر Cl_2 عند الانود

$$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$$

➢ ولموازنة المعادلة نضرب نصف تفاعل الاختزال الكاثود في ٢ وتحذف الالكترونات من طرفي معادلات نصفي الخلية ونجمع نصفي التفاعل ليعطي التفاعل العام للخلية :

- $2Na^+ + 2e^- \rightarrow 2Na$
- $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$
- $2Na^+ + 2Cl^- \rightarrow 2Na + Cl_2$

➢ علل || يجب ابقاء الصوديوم مفصولا عن غاز الكلور

➢ الجواب | حتى لا يتفاعلا بشكل تلقائي لتكوين $NaCl$ مرة ثانية

❖ التحليل الكهربائي : - هي عملية يتم فيها استخدام الطاقة الكهربائية لجعل تفاعل الخلية الالكتروليتية غير التلقائي يحدث .

٢- خلايا الطلاء الكهربائي

- تتكون الخلية من :

١- الانود :- الفلز النقي المراد الطلاء به مثل الفضة او الذهب

٢- الكاثود :- السطح المراد طلائة مثل ساعه يدوية او ملعقة طعام

٣- محلول الخلية :- يكون حاوياً على احد املاح الفلز النقي المراد الطلاء به مثل نترات الفضة اذا كان الفلز الفضة ونترات الذهب اذا كان الفلز ذهب

- تعتمد جودة الطلاء على عاملين مهمين هما :

١- شدة التيار الكهربائي المستخدم تكون ضعيفة

٢- تركيز ايونات الفلز المراد الطلاء به قليل .

❖ عملية الطلاء الكهربائي :- هي طريقة يستخدم فيها التحليل الكهربائي لطلاء فلز معين بطبقة رقيقة من فلز اخر .

- **الشروط والمواصفات الواجب توفرها بالتغطية الفلزية المطبقة على السطوح بأستخدام الطرق الكهروكيميائية :**

- **اولاً- التصاق طبقة الطلاء**

لكي تكون الطبقة ملتصقة ومتماسكة مع السطح الفلز المراد تغطيته يجب ان يكون سطح الفلز متحرر من اي طبقه فاصله او عازلة مثل الشحوم ونواتج التآكل

ويمكن اجراء ذلك بعدة طرق اهمها :

١- التنظيف الكيميائي : - عملية تخليل لهذه السطوح عن طريق معالجتها بالاحماض المعدنية الساخنة و يسبق هذه العملية ازالة الشحوم ان وجدت بواسطة مذيب مناسب مثل رابع كلوريد الكاربون CCl_4 وثنائي كلوريد الايثان $C_2H_4Cl_2$

٢- التنظيف الميكانيكي :- يتم معالجة السطح بمجموعة متدرجة من اوراق الصنفرة لغرض تنظيف السطح بشكل كامل

- إلا ان هذه الطريقة تمتاز ببعض العيوب ومنها :

أ- تؤدي الى حدوث تشوهات في سطح الفلز

ب- قد تتداخل بعض حبيبات اوراق الصنفرة مع جسم الفلز وهذه المناطق لا تتماسك مع طبقة الطلاء وبالتالي تؤدي الى نتيجة عكسية .

- **ثانياً - تماسك طبقة الطلاء**

- طبقة الطلاء الجيدة هي التي تكون متماسكة مع بعضها البعض

- ويعتمد تماسك طبقة الطلاء على

١- تركيز الالكتروليت يكون قليل

٢- كثافة التيار تكون ضعيفة لان زيادة كثافة التيار تؤدي الى تفكك طبقة الطلاء

٣- درجة الحرارة تكون مناسبة لان زيادة درجة الحرارة تؤدي الى تفكك الطلاء

٤-استخدام مواد عضوية غروية يساعد على تماسك طبقة الطلاء وان هذه المواد تستهلك اثناء الطلاء والسبب يعود الى اوزانها الجزيئية العالية والتي بدورها يكون لها ميل للاستقرار في السطوح الفاصلة مما يساعد في مليء الاسطح وجعلها متساوية ويعود لها السبب لكونها تعطي طبقة طلاء ناعمة

❖ 4 – 11 | قوانين فراداي

- استطاع العالم فراداي ان يبرهن قوانين التحليل الكهربائي والتي تنص :

➢ القانون الاول :- تتناسب طرديا كتلة اي مادة تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب مع كمية الكهربائية التي تمر خلال الخلية الكهربائية

➢ القانون الثاني :- تتناسب طرديا كتل المواد المختلفة التي تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب باستخدام نفس الكمية من الكهربائية مع الكتل المكافئة للمواد المختلفة

- وحتى نفهم هذه القوانين بشكل اعمق لابد ان نعرف ماهي العمليات التي تجري عند الاقطاب في الخلية الالكتروليتية

١- العمليات التي تجري عند قطب الكاثود

أ- تختزل ايونات الفلز الى ذراته عند الكاثود وتترسب عليه

ب- تتحرر عند الكاثود الغازات التي تحمل ايوناتها في المحلول شحنه موجبة مثل غاز H_2 وغيره

٢- العمليات التي تجري عند الانود

أ- تتأكسد الفلزات (اي تذوب في محلول) القطب اي ان الفلز يعاني ذوبان او اضمحلالاً

ب- تتحرر عند قطب الانود الغازت التي تحصل ايوناتها في المحلول شحنه سالبة مثل غاز الكلور Cl_2 والاوكسجين O_2

استراحه || كلماتي

الساتر دي (السبت) علي صاير فراداي (الجمعه)

وعليه اثنينهم واني فراداي (وحدي)

اخلص نيرنست يطلع فراداي

وجهد واقطاب وانلاصت عليه

الحسابات والقوانين

$$Q = e^{-} * n$$

مجموعة n

يمكن ايجاد n من القوانين وحسب المعطيات

1) $n = \frac{m_g}{M_{g/mol}}$

2) $n = M_{mol/L} * V_L$

3) $n = \frac{V_L}{22.4\ L/mol}$

4) $n = \frac{(\text{عدد الجزيئات او عدد الذرات او عدد الجسيمات})}{\text{عدد افكادرو}}$

5) $n = \frac{PV}{RT}$

$P = atm$
$R = 0.082$
$V_L = L$
$\text{عدد افكادروا} = 6.023 * 10^{23}$

مجموعة Q

يمكن ايجاد Q من القوانين وحسب المعطيات

1) $Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$

2) $Q = \frac{\text{عدد الالكترونات}}{\text{عدد افكادروا}}$

$Q_{mole.e^-}$ = الكهربائية او مولات الالكترون
I_A = تيار بالامبير
t_S = زمن بالثانية
e⁻ = عدد الالكترونات في المعادلة

ملاحظات مهمة

١- اذا كان المجهول Q او احد مشتقاته يجب ان يعطي معطيات نستخرج منها الـ n
٢- اذا كان المجهول n او احد مشتقاته يجب ان يعطي معطيات نستخرج منها الـ Q
٣- جميع هذه المعادلات حفظ

- معادلة ترسب الذهب $Au^{+3} + 3e^{-} \rightarrow Au$
- معادلة ترسب الفضة $Ag^{+} + e^{-} \rightarrow Ag$
- معادلة ترسب النحاس $Cu^{+2} + 2e^{-} \rightarrow Cu$
- معادلة تحرر الهيدروجين $2H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2$
- معادلة تحرر الاوكسجين $2O^{-2} \rightarrow O_2 + 4e^{-}$
- ترسب فلز احادي التكافؤ $X^{+1} + 1e^{-} \rightarrow X$
- ترسب فلز ثنائي التكافؤ $X^{+2} + 2e^{-} \rightarrow X$
- ترسب فلز ثلاثي التكافؤ $X^{+3} + 3e^{-} \rightarrow X$
- انتبه | يستفاد من المعادلات اعلاه لمعرفة (e⁻) عدد الالكترونات في المعادلة

➢ خطوات حل اسئلة فراداي اذا كان المجهول Q او احد مشتقاته (t_S , I_A) او عدد الالكترونات

١- ايجاد n من قانون مناسب حسب المعطيات

٢- نجد Q من $Q = n * e^-$ (n من الخطوة الاولى و e من المعادلة)

٣- نضع Q في قانون مناسب ونجد المجهول

➢ خطوات حل اسئلة فراداي اذا كان المجهول n او احد مشتقاته

(m_g أو $M_{g|mol}$ او عدد الجزيئات او عدد الذرات او عدد الجسيمات او V_L او $M_{mol/L}$)

١- ايجاد Q من قانون مناسب حسب المعطيات

٢- ايجاد n من $Q = n * e^-$ (Q من الخطوة الاولى و e من المعادلة)

٣- نضع n في قانون مناسب ونجد المجهول

- **انتبه ||** اذا ذكر بالسؤال خليتين مربوطتين على التوالي هذا يعني لهما نفس القيمة من الكهربائية Q
- **انتبه ||** $n_{متبقية} - n_{كلية} = n_{متحللة}$ ‏ (n من الخطوة الأولى هي n الكلية)
- **انتبه ||** الكتلة الذرية للعنصر هي بمثابة الكتلة المولية له
- **انتبه ||** اذا ذكر بالسؤال مادتين تترسب على الكاثود هذا يعني ان $Q_{مادة 2} + Q_{مادة 1} = Q_{الكلية}$ ‏ (Q من الخطوة الأولى هي Q الكلية)

❖ **مثال 4 – 13** | لتفاعل نصف الخلية الاتي $Mg^{+2} + 2e^- \rightarrow Mg$ احسب عدد غرامات المغنيسيوم التي يمكن انتاجها من فلز المغنيسيوم عند امرار تيار شدته $25A$ لفترة ساعه واحدة $(1hr)$. علما ان الكتلة الذرية للمغنيسيوم تساوي 24 وماهي عدد ذرات المغنيسيوم المترسبة عند الكاثود تحت نفس الظروف

✓ **الحل ||** المجهول هو (m_g وعدد الذرات) من مشتقات n لذلك نجد Q ثم n ثم نضع n في قانون مناسب

1. $Q = \frac{I_A * t_S}{96500} \Rightarrow Q = \frac{25\ A * 3600\ S}{96500}$ $\Leftarrow 1Hr = 3600\ (S)$

$Q = \frac{90000}{96500} \Rightarrow Q = 0.9\ mol.e^-$

$Mg^{+2} + 2e^- \rightarrow Mg$

2. $Q = n * e^- \Rightarrow n = \frac{Q}{e^-}$

$n = \frac{0.9\ mol.e^-}{2e^-} \Rightarrow n = 0.45\ mol$

3. $n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow 0.45 = \frac{m_g}{24}$

$m_g = 0.45\ mol * 24\ g/mol$

$m_g = 10.8\ g$

- $n = \frac{\text{عدد الذرات}}{\text{عدد افكادرو}}$

$0.45 = \frac{\text{عدد الذرات}}{6.023 * 10^{23}}$

- $\text{عدد الذرات} = 0.45 * 6.023 * 10^{23}$

$\text{عدد الذرات} = 2.7 * 10^{23} atoms$

❖ تمرين 4 – 21 | ماهي شدة التيار الذي يجب امراره في محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ لمدة $200\ S$ ليرسب $3g$ من الذهب عند الكاثود الكتلة الذرية للذهب 197 ؟

✓ الحل || المجهول هو التيار I_A من مشتقات Q لذلك نجد n ثم نجد Q ثم نضع Q في قانون مناسب لنجد I_A

1) $n = \frac{m_g}{m_{g/mol}} \Rightarrow n = \frac{3g}{197g/mol} = 0.015\ mol$

$Au^{+3} + 3e^- \rightarrow Au$

2) $Q = n * e^-$

$Q = 0.015\ mol * 3\ e^- = 0.045\ mol.e^-$

3) $Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$

$0.045 = \frac{I_A * 200\ S}{96500}$

$I_A = \frac{0.045 * 96500}{200} = 21.7\ A$

❖ **تمرين 4 – 22|** محلول من كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزة $0.2M$ وحجمة $600ml$ امرر تيار كهربائي شدته $96.5\ A$ **احسب الزمن اللازم لكي يتبقى $0.03mol$ من ايون النحاس ؟**

✓ **الحل ||** نلاحظ المجهول هو t_s من مشتقات Q لذلك نجد n ثم نجد Q ثم نضع Q في قانون مناسب لنجد t_s

❖ انتبه || هنا يطلب الزمن للمولات المتحلله وليس للكلية لذلك نجد n الكلية ونطرح منه المتبقي لنحصل على (n متحلل)

- $V_L = \frac{600ml}{1000ml/L} = 0.6L$

1- $n - M_{mol/L} * V_L$

$n = 0.2 * 0.6 = 0.12mol$

$n_{متحللة} = n_{كلية} - n_{متبقية}$

$n_{متحللة} = 0.12 - 0.03 = 0.09$

$$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$$

2- $Q = n * e^-$

$Q = 0.09 * 2 = 0.18\ mol.e^-$

3- $Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$

$0.18 = \frac{96.5 * t_s}{96500}$

$t_s = \frac{0.18 * 96500}{96.5} = 180\ S$

❖ **تمرين 4 – 23|** احد التفاعلات النصفية للتحليل الكهربائي للمائي هو

$$2H_2O \rightarrow 4H^+ + O_2 + 4e^-$$

فاذا تم جمع $0.08L$ من O_2 عند $25°C$ وضغط $755\ mm.Hg$ فاحسب عدد مولات الالكترونات التي يجب تمريرها في المحلول (**معلومة : $1atm = 760\ mm.Hg$**)

✓ **الحل ||** نجد n ثم نجد مولات الالكترون $Q\ mol.e^-$ $T_K = 25 + 273 = 298\ K$

✓ $P_{atm} = \frac{P_{mm.Hg}}{P_{mm.Hg/atm}} \Rightarrow P_{atm} = \frac{755\ mm.Hg}{760\ mm.Hg/atm} = 0.99\ atm$

1- $n = \frac{PV}{RT} \Rightarrow n = \frac{0.99*0.08}{0.082*298} = 0.003\ mol$

$$2H_2O \rightarrow 4H^+ + 2O_2 + 4e^-$$

2- $Q = n * e^-$

$Q = 0.003mol * 4e^-$

$Q = 0.012\ mol.e^-$

❖ **سؤال 4 – 31** | يسري تيار كهربائي لفترة $3.75\ Hr$ خلال خليتي تحليل كهربائي مربوطتين على التوالي تحتوي الخلية الاولى على محلول $AgNO_3$ في حين تحتوي الثانية على محلول $CuCl_2$ وخلال هذا الزمن ترسب 2g من الفضة في الخلية الاولى ؟ $M\,(Ag) = 108_{g/mol}$ $M\,(Cu) = 63.5_{g/mol}$

أ- ما قيمة التيار بالامبير

ب- كم عدد غرامات النحاس التي تترسب في الخلية الثانية

✓ **الحل** || الخليتين مربوطتين على التوالي لها نفس القيمة من $Q_{mol.e^-}$

١- نلاحظ ان التيار من مشتقات Q لذلك نجد n ثم نجد Q ثم نضع Q في قانون مناسب لايجاد التيار I_A

- نجد Q للخلية الاولى من معطيات الخلية الاولى والتي هي تعتبر للخلية الثانية

$$1)\ n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow n = \frac{2g}{108g/mol} = 0.0185\ mol$$

$$2)\quad Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$$

$$Q = n * e^-$$

$$Q = 0.0185\ mol * 1e^-$$

$$Q = 0.0185\ mol.e^-$$

$$3)\ Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$$

$$t_S = 3.75 * 3600 = 13500\ S$$

$$0.0185 = \frac{I_A * 13500\ S}{96500}$$

$$I_A = \frac{0.0185 * 96500}{13500} = 0.14\ A$$

٢- نحسب عدد غرامات Cu في الخلية الثانية حيث Q هي نفسها من الخلية الاولى

$$1\text{-}\ Q = 0.0185$$

$$2\text{-}\ n = \frac{Q}{e^-} \Rightarrow n = \frac{0.0185}{2} = 0.01$$

$$3\text{-}\ n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow 0.01 = \frac{m_g}{63.5g/mol} \Rightarrow m_g = 0.635\ g$$

❖ **سؤال 4 – 16** | ما هو التيار بالامبير (A) اللازم لترسيب 5 g من الذهب في ساعة واحدة على سطح الكاثود من محلول يحتوي على ملح للذهب حالة التأكسد للذهب فيه +3 ؟ علما ان $M = 197\ g/mol$ للذهب

✓ **الحل** || نلاحظ ان المجهول I_A من مشتقات Q لذلك نجد n ثم نجد Q ثم نضع Q في قانون مناسب لنجد I_A

1- $n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow n = \frac{5g}{197g/mol} = 0.025$

$Au^{+3} + 3e^- \rightarrow Au$

2- $Q = n * e^-$

$Q = 0.025\ mol * 3e^-$

$Q = 0.075\ mol.e^-$

3- $Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$ $\quad t_S = 1 * 3600 = 3600\ S$

$0.075 = \frac{I_A * 3600\ S}{96500}$

$I_A = \frac{0.075 * 96500}{3600} = 2.01\ A$

❖ سؤال 4 – 26 || امرر تيار كهربائي شدته $10A$ خلال $965\ S$ في خلية تحليل كهربائي تحتوي على كبريتات النحاس ماهو وزن النحاس المترسب وما عدد ذرات النحاس علما ان الكتلة الذرية للنحاس = 63 ؟

✓ الحل || نلاحظ المجهول m_g النحاس و عدد ذراته من مشتقات n لذلك نجد Q ثم نجد n ثم نضع في قانون مناسب لنجد وزن النحاس وعدد ذراته

1) $Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$

$Q = \frac{10A * 965\ S}{96500} = 0.1\ mol.e^-$

$Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$

2) $Q = n * e^-$

$n = \frac{Q}{e^-} \Rightarrow n = \frac{0.1}{2} = 0.05\ mol$

3- نجد وزن النحاس

$n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow 0.05 = \frac{m_g}{63\ g/mol} \Rightarrow m_g = 3.15\ g$

❖ نجد عدد ذرات النحاس

$n = \frac{\text{عدد الذرات}}{\text{عدد افكادرو}} \Rightarrow 0.05 = \frac{\text{عدد الذرات}}{6.023 * 10^{23}}$

$\text{عدد الذرات} = 0.05 * 6.023 * 10^{23}$

$\text{عدد الذرات} = 0.3 * 10^{23} atoms$

❖ **سؤال 4 – 12** | امرار تيار كهربائي شدته $9.65A$ لترسيب النيكل في محلول مائي يحتوي ايونات النيكل لمدة $(50\ min)$. فأذا علمت ان $1.12\ L$ من الهيدروجين عند STP تحرر ايضا عند الكاثود ماكتلة النيكل المترسبة $M(Ni) = 58.7\ g/mol$

✓ **الحل** || المجهول هو (m_g النيكل) من مشتقات n لذلك نجد Q الكلية ونجد Q للهيدروجين ثم نجد Q للنحاس ثم n ثم نضع n في قانون مناسب

1) $Q = \frac{I_A * t_S}{96500} \Rightarrow Q = \frac{9.65\ A * 3000\ S}{96500} \quad \Leftarrow 50min = 50 * 60\ (S) = 3000\ S$

$Q = \frac{28950}{96500} = 0.3\ mol.e^-$

$n = \frac{V(L)}{22.4\ L} \Rightarrow n = \frac{1.12\ L}{22.4\ L|mol} = 0.05\ mol$

$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

$Q = n * e^- \Rightarrow Q = 0.05mol * 2e = 0.1\ mol.e^-$

Q الكلية $= Q$ نيكل $+ Q$ هيدروجين $\Rightarrow Q$ نيكل $= 0.3 - 0.1 = 0.2mol.e^-$

$Ni^{+2} + 2e^- \rightarrow Ni$

2) $Q = n * e^- \Rightarrow n = \frac{Q}{e^-}$

$n = \frac{0.2\ mol.e^-}{2e^-} \Rightarrow n = 0.1\ mol$

3) $n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow 0.1mol = \frac{m_g}{58.7g/mol}$

$m_g = 0.1\ mol * 58.7\ g/mol$

$m_g = 5.87\ g$

سؤال 4 – 37 || يترسب $0.24\ g$ من احد الفلزات ثنائي التكافؤ على الكاثود عند امرار تيار كهربائي شدته $10A$ خلال $3\ min$ و $13\ S$ في محلول احد املاح ذلك الفلز احسب الكتلة الذرية للفلز المترسب ؟

✓ **الحل** || نلاحظ المجهول $M_{g/mol}$ للفلز وهي من مشتقات n لذلك نجد Q ثم نجد n ثم نجد $M_{g/mol}$

$t(s) = 3 * 60\ S + 13 = 193s$

1) $Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$

$Q = \frac{10A * 193\ S}{96500} = 0.02\ mol.e^-$

$X^{+2} + 2e^- \rightarrow X$

2) $Q = n * e^-$

$n = \frac{Q}{e^-} \Rightarrow n = \frac{0.02}{2} = 0.01\ mol$

3) $n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow 0.01 = \frac{0.24\ g}{M_{g/mol}} \Rightarrow M_{g/mol} = \frac{0.24\ g}{0.01\ mol} = 24_{g/mol}$

❖ **سؤال 4 – 41** | امرر تيار كهربائي يحتوي ايونات فلز ثلاثي التكافؤ فترسب نصف عدد افكادروا من ذرات الفلز على الكاثود احسب ١- عدد الالكترونات

٢-كتلة الفلز المترسب علما ان الكتلة المولية للفلز $M = 27\ g/mol$

✓ **الحل** || ١-نلاحظ ان المجهول هو عدد الالكترونات لذلك نجد n ثم Q ثم نجد عدد الالكترونات

$$\text{عدد الذرات} = \frac{1}{2} * \text{عدد افكادرو}$$

$$\text{عدد الذرات} = \frac{1}{2} * 6.02310^{23} = 3.01 * 10^{23}$$

$$1)\ n = \frac{\text{عدد الذرات}}{\text{عدد افكادرو}} \Rightarrow n = \frac{3.01*10^{23}}{6.023*10^{23}} = 0.5\ mol$$

$$2)\quad X^{+3} + 3e^- \rightarrow X$$

$$Q = n * e^- \Rightarrow Q = 0.5\ mol * 3e^- = 1.5\ mol.e^-$$

$$3)\ Q = \frac{\text{عدد الالكترونات}}{\text{عدد افكادرو}} \Rightarrow \text{عدد الالكترونات} = 1.5 * 6.023 * 10^{23} = 9.03 * 10^{23}$$

٢-كتلة الفلز المترسب

$$m(g) = n * M\ g/mol \Rightarrow m(g) = 0.5mol * 27\ g/mol = 13.5\ g$$

❖ **سؤال 4 – 27** | احسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير ضعف الحجم للاوكسجين في STP (معلومة : الحجم المولي لاي غاز عند STP يساوي $22.4\ L$)

✓ **الحل** || المجهول عدد الالكترونات من مشتقات Q لذلك نجد n ثم نجد Q ثم نضع Q في قانون مناسب لإيجاد عدد الالكترونات

$$1)\ n = \frac{V_L}{22.4\ L} \Rightarrow n = \frac{2*22.4\ L}{22.4L} = 2mol$$

$$2)\ 2O^{-2} \rightarrow O_2 + 4e^-$$

$$Q = n * e^-$$

$$Q = 2mol * 4e^- = 8mol.e^-$$

$$3)\ Q = \frac{\text{عدد الالكترونات}}{\text{عدد افكادرو}}$$

$$8\ mol.e^- = \frac{\text{عدد الالكترونات}}{6.023 * 10^{23}}$$

$$\text{عدد الالكترونات} = 8\ mol.e^- * 6.023 * 10^{23} = 48.16 * 10^{23}\ e^-$$

ملاحظة مهمة

١- تحرير ضعف الحجم المولي (يعني الحجم المولي $(2 * 22.4\ L)$)

٢- تحرير بمقدار الحجم المولي (يعني الحجم المولي $22.4\ L$)

٣- تحرير نصف الحجم المولي (يعني الحجم المولي $\frac{1}{2} * 22.4\ L$)

$$n = \frac{\text{الحجم}\ V(L)}{22.4L}$$

❖ **سؤال 4 – 29** | احسب شدة التيار اللازم امرارة لمدة $2hr$ و $520\ S$ وخلية تحليل الماء كهربائياً لكي يحرر $36.12 * 10^{21}$ جزئية من الهيدروجين و الاوكسجين على قطبي الخلية ؟

✓ **الحل** || نلاحظ ان المجهول I_A من مشتقات Q لذلك نجد n ثم نجد Q ثم نضع Q في قانون مناسب لايجاد التيار I_A

- **هنا اعطى عدد الجزئيات المتحررة لذرتين H و ذرة O (ثلاث ذرات)**
  لذلك نأخذ عدد الجزئيات لذر واحدة فقط

$$\text{عدد جزئيات ذرة واحدة} = 36.12 * 10^{21} \div 3 = 12.04 * 10^{21}$$

$$1)\ n = \frac{\text{عدد الجزئيات}}{\text{عدد افكادرو}} \Rightarrow n = \frac{12.04*10^{21}}{6.023*10^{23}} = 0.02\ mol$$

$$2)\ 2H_2O \rightarrow 4H^{+2} + O_2 + 4e^-$$

$$Q = n * e^-$$

$$Q = 0.02\ mol * 4e^- = 0.08\ mol.e^-$$

$$t_s = 2 * 3600\ s + 520 = 7720\ s$$

$$3)\ Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$$

$$0.08 = \frac{I_A * 7720\ S}{96500} \Rightarrow I_A = \frac{0.08 * 96500}{7720} = 1\ A$$

❖ **سؤال 4 – 30** | اراد احد الصاغة طلاء خاتم بالذهب فأمرر تيار كهربائي $10A$ في خلية الطلاء الكهربائي تحتوي على احد املاح الذهب فترسب الذهب على الخاتم لوحظ انه خلال $9.65\ s$ ان 75% من الكهربائية قد استهلكت لترسيب الذهب فما كتلة الذهب المترسب ؟ الكتلة الذرية للذهب = 197

✓ **الحل** || نلاحظ ان المجهول هو كتلة الذهب m_g وهي احد مشتقات n لذلك نجد Q ثم نجد n ثم نضع n في قانون مناسب لإيجاد الكتلة

$$1)\ Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$$

$$Q = \frac{10 * 9.65}{96500} \Rightarrow 0.001\ mol.e^-$$

∵ بما ان 75% فقط استهلكت لذلك نجد Q المستهلك المصروف في ترسيب الذهب :

$$Q_{\text{مستهلك}} = 0.001 * \frac{75}{100} = 75 * 10^{-5}\ mol.e^-$$

$$Au^{+3} + 3e^- \rightarrow Au$$

$$2)\ n = \frac{Q}{e^-} \Rightarrow n = \frac{75*10^{-5}}{3} = 25 * 10^{-5} mol$$

$$❖\ n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow 25 * 10^{-5} = \frac{m_g}{197 g/mol}$$

$$m_g = 25 * 10^{-5} * 197 \Rightarrow m_g = 4925 * 10^{-5} \Leftrightarrow m_g = 0.04925\ g$$

❖ سؤال 4 – 36 | عند امرار $0.2\ mol.e^-$ في محلول كبريتات النحاس وبعد ترسيب جميع النحاس تحرر $0.448\ L$ من الهيدروجين في STP احسب كتلة النحاس المترسبة ؟ علماً ان الكتلة الذرية للنحاس = 63

✓ الحل | | نلاحظ ان هناك مادتين ترسبت على الكاثود لذلك نجد كهربائية H_2 ولدينا الكهربائية الكلية ثم نجد كهربائية النحاس

1) $n = \frac{V_L}{22.4} \Rightarrow n = \frac{0.448\ L}{22.4L/mol} = 0.02\ mol$

$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

$Q = n * e^-$

$Q = 0.02\ mol * 2e^-$

$Q = 0.04\ mol.e^-$

$Q_{\text{الكلية}} = Q_{\text{نحاس}} + Q_{\text{هيدروجين}}$

$0.2\ mol.e^- = Q_{\text{نحاس}} + 0.04\ mol.e^-$

$Q_{\text{نحاس}} = 0.20 - 0.04 = 0.16\ mol.e^-$

2) $Cu^{+2} + 2e^- \rightarrow Cu$

$Q = n * e^-$

$n = \frac{Q}{e^-} \Rightarrow n = \frac{0.16}{2} = 0.08\ mol$

3) $n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow 0.08 = \frac{m_g}{63g/mol} \Rightarrow m_g = 0.08 * 63 = 5.04\ g$

❖ سؤال 4 – 35 | في خلية تحليل الماء كهربائياً في STP تم امرار تيار كهربائي فيها لمدة 3 دقائق و 13ثانية فتحرر غازي الهيدروجين والاوكسجين عند قطبي الخلية وكان مجموع حجمي الغازين المتحررين يساوي $0.0672\ L$ ؟ اكتب معادلتي نصفي الخلية والتفاعل العام ثم جد حجم كل غاز متحرر وشدة التيار المار

✓ **الحل** || نكتب معادلتي نصفي الخلية والمعادلة العامة للتفاعل

- $2H_2O \rightarrow 4H^+ + O_2 + 4e^-$ انود تاكسد
- $4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2$ كاثود اختزال

- $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$ التفاعل العام

➢ في الماء الحجم يكون لمجموع O , H حيث نعلم ان الماء يحوي حجمين H وحجم O

- $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$
  $\quad\quad\quad\quad 2V \quad\quad V$

$0.0672 = 2V + V$

$3V = 0.0672$

$V = \frac{0.0672}{3} = 0.0224\ L$

$O_2 = V = 0.0224\ L$

$H_2 = 2V = 2 * 0.0224\ L = 0.0448\ L$

➢ نجد شدة التيار

1- $n = \frac{V_L}{22.4} \Rightarrow n = \frac{0.0224}{22.4} = 0.001\ mol$

$2H_2O \rightarrow 4H^+ + O_2 + 4e^-$

2- $Q = n * e^-$

$Q = 0.001\ mol * 4e^-$

$Q = 0.004\ mol.e^-$

3- $Q = \frac{I_A * t_S}{96500}$ $\quad t_S = 3 * 60 + 13 = 193\ s$

$0.004 = \frac{I_A * 193}{96500} \Rightarrow I_A = \frac{0.004 * 96500}{193} = 2\ A$

❖ سؤال 4 – 15 || عند التحليل الكهربائي للماء يتحرر غاز الهيدروجين والاوكسجين

ماحجم خليط الغازي المتحررين عند STP التي نتج من امرار $0.2\ mol.e^-$ في الخلية ؟

✓ الحل || المجهول $V_{(L)}$ نجد $V_{(L)}$ نجد Q ثم نجد n ثم نجد $V_{(L)}$ الذي يمثل حجم الاوكسجين و 2 في $V_{(L)}$ حجم الهيدروجين

- $2H_2O \rightarrow 4H^+ + O_2 + 4e^-$ انود تاكسد
- $4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2$ كاثود اختزال

- $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$ التفاعل العام

➢ حجم الاوكسجين O_2

$$Q = n * e^-$$

$$n = \frac{Q}{e^-} \Rightarrow n = \frac{0.2}{4} = 0.05$$

$$n = \frac{V_L}{22.4} \Rightarrow 0.05mol = \frac{V_L}{22.4} \Rightarrow V_L = 0.05 * 22.4 = 1.12\ \text{L}$$

➢ حجم الهيدروجين

في جزيئة الماء حجم اوكسجين وحجمين هيدروجين

$$\text{حجم}\ H_2 = 2 * O_2\text{حجم}$$

$$\text{حجم}\ H_2 = 2 * 1.12\ L = 2.24\ L$$

4 – 12 | البطاريات (النضائد) وخلايا الوقود

غالباً ما تسمى الخلايا الكلفانية بالبطاريات وتصنف نوعين

١- بطاريات اولية وهي التي لا يمكن شحنها
٢- بطاريات ثانوية وهي التي يمكن شحنها

اهم انواع البطاريات

١- بطارية الخزن الرصاصية ٢- بطارية الخلية الجافة (خارصين -كاربون)

❖ اولاً | بطارية الخزن الرصاصية

تستعمل هذه البطارية في تشغيل السيارات وكثير من المعدات الكهربائية وتتكون من :

أ- مجموعة من خلايا رصاصية كلفانية جهد كل منها اكثر بقليل من (2V) حيث تتكون كل بطارية من قطبين احدهما مصنوع من مادة الرصاص يمثل الانود والاخر مصنوع من مادة اوكسيد الرصاص ويمثل كاثود ويكون القطبين مغمورين في محلول الكتروليتي

ب- محلول الخلية هو محلول الكتروليتي من حامض الكبريتيك تتراوح كثافته عند الشحن من $1.2\ g/ml$ الى $1.3\ g/mL$

ت- ثلاث او ست خلايا تعمل كخلية كلفانية جهدها $6V$ او $12V$ على التوالي

تفاعل الانود | $Pb + SO_4^{-2} \rightarrow PbSO_{4(s)} + 2e^-$

تفاعل الكاثود | $PbO_{2(s)} + 4H^+ + SO_4^{-2} + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$

تفاعل الخلية العام | $Pb + PbO_@ + 2H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$

عند استمرار عمل الخلية تترسب كبريتات الرصاص بشكل مسحوق ابيض على القطبين كما يستهلك حامض الكبريتيك الموجود بشكل متباين فتزداد كمية الماء مما يؤدي الى انخفاض كثافة الحامض في المحلول وما ان تتحرك السيارة حتى تنعكس تفاعلات نصف الخلية تحت تأثير الفولتية التي ينتجها المولد ويعاد انتاج H_2SO_4 ، PbO_2 ، Pb كما ويمكن اعادة شحن البطارية بامرار تيار كهربائي خارجي لعكس تفاعل الخلية فتصبح البطارية مجموعه خلايا الالكتروليتية حيث يتفكك راسب $PbSO_4$ ويستعيد الحامض كثافته

❖ ثانياً | بطارية الخلية الجافة (خارصين – كاربون) :

❖ سؤال 4 – 17 | مما يتكون انود وكاثود البطارية الجافة اكتب تفاعلاتها واذكر ميزاتها

✓ الجواب | |

هي عباره عن وعاء خارصين يعمل كانود مملوء بمعجون رطب من MnO_2 وكاربون (كرافيت) وكلوريد الامونيوم NH_4Cl ويكون الكاثود هو الكرافيت (كاربون)

- تتأكسد ذرات الخارصين على الانود

$$Zn + 2OH^- \rightarrow Zn(OH)_2 + 2e^-$$

- يختزل MnO_2 على الكاثود

$$2MnO_2 + 2H_2O + 2e^- \rightarrow 2MnO(OH) + 2OH^-$$

- تفاعل الخلية العام

$$Zn + 2MnO_2 + 2H_2O \rightarrow Zn(OH)_2 + 2MnO(OH)$$

- مواصفاتها :

١- تعطي جهد مقداره $1.48\ V$
٢- غير قابلة للشحن
٣- تستخدم في اجهزة الراديو و الحاسوب وغيرها

سؤال 4 – 1 | اختر الجواب الصحيح مع بيان السبب بوضوح

١- في خلية تحليل الماء كهربياً تتحرر $6.02 * 10^{22}$ جزيء من غاز على كاثود الخلية فأن حجم الغاز المتحرر باللتر على قطب الانود عند STP يساوي :

أ- $22.4\ L$ ب- $2.24\ L$ ج- $1.12\ L$

٢- خلية فولتائيه قطباها الهيدروجين والفضة القياسيان جهد اختزال الفضة القياسي يساوي $0.08\ V$ فأن قيمة ΔG° لها يساوي بوحدات KJ تساوي ؟

أ- 154.4 ب- -154.4 ج- -1544

٣- عدد الالكترونات اللازمة لترسيب $6.35\ g$ من النحاس في محلول ايوناته في خلية الكتروليتية ؟ $(M_{Cu} - 63.5\ )$

أ- $12.04 * 10^{22}$ ب- $1.204 * 10^{22}$ ج- $6.02 * 10^{22}$

٤- في الخلية الاتية $Sn|Sn^{+2}\ (0.01\ M\ )||\ Cr|Cr^{+3}(0.1\ M)$ بدرجة حرارة $25\ °C$ ΔG لها -32452.5 فأن الجهد القياسي للخلية يساوي ؟

أ- $0.6\ V$ ب- $0.96\ V$ ج- $-0.52\ V$

٥- كتب طالب في خليلة تحليل محلول كلوريد الصوديوم فأن الكلور يتحرر عند الانود والصوديوم يترسب عند الكاثود ما الخطأ الذي ارتكبه الطالب ؟

أ- الكلور يتحرر عند الكاثود ب- الهيدروجين يتحرر عند الكاثود

ج- الصوديوم يترسب عند الانود

٦- حجم غاز الكلور المتحرر عند STP بعد مرور $0.02\ mol$ في محلول خلية يحتوي على ايونات Cl^{-} يساوي :

أ- $0.224\ L$ ب- $2.24\ L$ ج- $22.4\ L$

حل اسئلة الفصل الرابع

السؤال	رقم الصفحة بالملزمة	السؤال	رقم الصفحة بالملزمة
س١	موجود ص (٩٤)	س٢١	موجود ص (٧٠)
س٢	موجود ص (٦٢)	س٢٢	موجود ص (٧١)
س٣	جميع التعاريف في الملزمه	س٢٣	موجود ص (٥٦)
س٤	موجود ص (٥٧)	س٢٤	موجود ص (٧٢)
س٥	موجود ص (٥٧)	س٢٥	موجود ص (٧٠)
س٦	موجود ص (٦٣)	س٢٦	موجود ص (٨٤)
س٧	موجود ص (٦٧)	س٢٧	موجود ص (٨٧)
س٨	الفرق (تعاريف الخليتين)	س٢٨	موجود ص (٦٩)
س٩	موجود ص (٦١)	س٢٩	موجود ص (٨٨)
س١٠	موجود ص (٥٥)	س٣٠	موجود ص (٨٨)
س١١	موجود ص (٥٤)	س٣١	موجود ص (٨٤)
س١٢	موجود ص (٨٦)	س٣٢	موجود ص (١٦)
س١٣	موجود ص (٧٥)	س٣٣	موجود ص (٢٣)
س١٤	موجود ص (٥٤)	س٣٤	موجود ص (٣٦)
س١٥	موجود ص (٩١)		
س١٦	موجود ص (٨٤)		
س١٧	موجود ص (٩٣)		
س١٨	موجود ص (٥٨)		
س١٩	موجود ص (٧٥)		
س٢٠	موجود ص (٦٨)		

السؤال	رقم الصفحة بالملزمة	السؤال	رقم الصفحة بالملزمة
س٣٥	موجود ص (٨٩)	س٤٠	موجود ص (٤٣)
س٣٦	موجود ص (٨٨)	س٤١	موجود ص (٨٦)
س٣٧	موجود ص (٨٥)	س٤٢	موجود ص (٥٣)
س٣٨	موجود ص (٦٦)	س٤٣	موجود ص (٦١)
س٣٩	موجود ص (٧٣)		

الأسئلة الوزارية الخاصه بالفصل الرابع سنة ٢٠١٧

تمهيدي 2017

- علل: اختيار قطب الهيدروجين كقطب مرجع لقياس جهود الاقطاب الاخرى
- زن المعادلة الاتية بطريقة نصف التفاعل بوسط قاعدي $Fe + NO_3^- \rightarrow Fe^{+3} + N_2$
- احسب شدة التيار اللازم امرارة لمدة (2hr) و (520 S) في خلية تحليل الماء كهربائيا لكي يحرر $18.06 * 10^{21}$ جزيئة من جزيئات الاوكسجين والهيدروجين عند قطبي الخلية
- سؤال 4-22

دور اول 2017

- تمرين 4-23
- تمرين 4 -1 النقطة الاولى
- سؤال 4-42

دور ثاني 2017

- زن نصف التفاعل في وسط حامضي $MnO_4^- \rightarrow Mn^{+2}$
- سؤال 4 -30
- طلب من احد الطلبة التعبير عن خلية كتابة فعبر عنها $Ag\ |Ag^+(1M)||\ Zn^{+2}(1M)|Zn$
هل كان الطالب موفقا في عمله ام لا ؟ ولماذا ؟ علما ان جهود الاختزال القياسية
$E^\circ_{Zn^{+2}/Zn} = -0.76\ V\ , E^\circ_{Ag^{+1}/Ag} = +0.8\ V$

دور ثالث 2017

- مم يتكون قطب الهيدروجين القياسي ؟ وما اهميته ؟
- زن نصف التفاعل في وسط حامضي $S^{-2} \rightarrow SO_4^{-2}$
- ❖ خلية كلفانية تفاعلها العام في درجة $25°C$
$Cu^{+2}(1M) + Cd \rightarrow Cu + Cd^{+2}(1M)$ احسب التغيير في الطاقة الحرة اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E^{\circ}_{(Cd^{+2}|Cd)} = -0.40\ V$, $E^{\circ}_{(Cu^{+2}|Cu)} = +0.34\ V$

تمهيدي 2018

- علل | استعمال عنصر البلاتين في صناعة قطب الهيدروجين
- عرف | الخلايا الالكتروليتية
- زن المعادلة الاتية في وسط قاعدي $Al + NO_2^- \rightarrow NH_3 + AlO_2^-$
- سؤال 4 – 24



بعض النصائح المهمه حول الفصل الخامس (الكيمياء التناسقية)

المواضيع التي دائما تتكرر في الوزاري في هذا الفصل هي

١- تسمية مركب تناسقي
٢- ايجاد التكافؤ الاولي والثانوي
٣- حساب التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي

اهم شي تحفظ جدول الليكندات الاحادية المخلب والثنائية المخلب (صفحة ٨ وصفحة ٩)كل ليكند نوعه و اسمة وصيغتة وشحنتة وذا ماحفظتهم هم تضل مثل الاطرش بالزفه لأن كلشي ماتعرف تحل بهذا الفصل

ملخص الفصل الخامس

الفصل الخامس بسيط جداً ومبسط اكثر في الملزمة

١- حفظ الفرق بين الملح المزدوج والمعقد التناسقي
٢- حفظ جميع التعاريف صفحة (٨) :
٣- كيفية تسمية المعقدات التناسقية : عن طريق خطوات وملاحظات بسيطة يمكن تسمية المعقدات
٤- كيفية حساب التكافوء الاولي والثانوي : عن طريق خطوات وملاحظات بسيطة يمكن حسابهما
٥- كيفية معرفة التهجين والشكل الهندسي والصفة والزخم : توجد في الملزمة ملاحظات كافية لحل هذا النوع من الاسئلة

من حبك ترى كلبي شحنته
الموجب تجذب السالب شحنته
كل ليكند حفظ اسمة وشحنته
ورمزة ومخلبة واسمة سويه

الفصل الخامس الكيمياء التناسقية

5 – 1 | مقدمة

اصبحت دراسة المركبات التناسقية او المركبات المعقدة من المجالات الرئيسية في الكيمياء اللاعضوية لما تتميز به من الوان مختلفة وخواص مغناطيسية وبنيات وتفاعلات كيميائية متعددة حيث تلعب هذه المركبات دوراً مهماً ومتزايداً في الصناعة والزراعة والطب والصيدلة وفي انتاج الطاقة النظيفة ومن المركبات المهمة في حياتنا هي الهيموكلوبين و فيتامين B_{12} والكلوروفيل .

العناصر الانتقالية :-

وهي العناصر التي تقع في الجدول الدوري بين المجموعتين IIA , IIIA وتنتهي الترتيب الكتروني لها بالغلاف الثانوي d, F مملوء جزئياً اما في حالها الحرة او في احد مركباتها .

- **تقسم العناصر الانتقالية الى :-**

١- عناصر مجموعة d :-

وهي العناصر الانتقالية الرئيسية وتتألف من ثلاث دورات كل منها يحتوي على عشرة عناصر وتدعى بالسلاسل الانتقالية الاولى الثانية والثالثة .

٢- عناصر مجموعة F :-

وهي العناصر الانتقالية الداخلية وتتألف من دورتين كل منها يحتوي على اربعة عشر عنصر وتسمى اللانثنيدات والاكتينيدات

❖ سؤال 5 – 2 | ما الذي يميز العناصر الانتقالية عن العناصر الممثلة ؟

✓ الحل || تمتاز العناصر الانتقالية بخواص مشتركة اهما :-

١- لها حالات تأكسد متعددة حيث تميل الى اظهار حالة تأكسد متعددة مع بعض الحالات الشاذة

٢- تتصف العديد من مركباتها بالصفات البارا مغناطيسية لأن العناصر الانتقالية تكون اغلفتها d , F مملوءة جزئياً لذلك تحتوي على الالكترونات المفردة تجعلها ذات صفات بارا مغناطيسية .

٣- العديد من مركباتها ملونة .

٤- لها ميل كبير لتكوين معقدات تناسقية .

❖ 5 – 2 | الملح المزدوج و المركب التناسقي ؟

عند مزج محلولي الملحين البسيطين المستقرين (كبريتات الامونيوم وكبريتات الحديد (II) التالين بنسب مولية بسيطة ثم تبخير المحلول الناتج سنحصل على حبيبات مركب جديد يدعى مركب اضافة كما في المعادلة ادناه

$$(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 + 6H_2O \rightarrow FeSO_4(NH_4)_2SO_4.6H_2O$$

وعند اذابة كبريتات النحاس $CuSO_4$ في مذيب معين واضافة الامونيا الية نحصل على مركب الاضافة الاتي :

➢ $CuSO_4 + 4NH_3 \rightarrow CuSO_4.4NH_3$

او

➢ $CuSO_4 + 4NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4$

❖ وعلية يمكن تقسيم مركبات الاضافة الى قسمين :

❖ سؤال 5 – 3 | ما هو الفرق بين الملح المزدوج وبين المركبات المعقدة ؟

❖ الجواب ||

١- الملح المزدوج :-

هو مركب اضافة مستقر يعطي كافة ايوناته المكونة له عند اذابته في الماء حيث يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة مثل ملح مور $FeSO_4(NH_4)_2SO_4.6H_2O$ حيث عند اذابته في الماء فانه يعطي كشف لـ (NH_4 و SO_4 و Fe) ويمكن الكشف عنها باستخدام الطرق الشائعة

٢- المركب التناسقي :-

هو مركب اضافة مستقر لكنه لا يعطي كافة ايوناته المكونة له عند اذابته في الماء حيث ان الصفات المستقلة لبعض الايونات تختفي مثل المركب التناسقي $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ فانه عند اذابته في الماء يعطي فقط كشف عن ايون SO_4^{-2}

$$[Cu(NH_3)_4]SO_4 \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{+2} + SO_4^{-2}$$

▪ ملاحظة || يكون المركب التناسقي نوعين :

١- مركب تناسقي مكون من ايون سالب معقد + ايون موجب بسيط

$K_3[Fe(CN)_6]$	$\rightleftharpoons$	$3K^+$	+	$[Fe(CN)_6]^{-3}$
مركب تناسقي		ايون موجب بسيط		ايون سالب معقد

٢- مركب تناسقي مكون من ايون سالب بسيط + ايون موجب معقد

$[Co(NH_3)_6]Cl_3$	$\rightleftharpoons$	$[Co(NH_3)_6]^{+3}$	+	$3Cl^-$
مركب تناسقي		ايون موجب معقد		ايون سالب بسيط

✚ انتبه || الايون البسيط دائما خارج اقواس التناسق [ ]

❖ مثال 5 – 1 | وضح لماذا يصنف المركب $Fe(NH_4)_2SO_4$ كملح مزدوج بينما المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ كمركب معقد (مركب تناسقي)

❖ الحل || لان المركب $Fe(NH_4)_2SO_4$ هو ملح مور فعند اذابته في الماء فانه يعطي كافة ايوناته في المحلول NH_4^{+2} , SO_4^{-2} , Fe^{+2} ويمكن الكشف عنها بالطرق الشائعة

لذلك يصنف كملح مزدوج

اما المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ فعند اذابته في الماء فانه لا يعطي كشف عن كافة ايوناته في المحلول $K_3[Fe(CN)_6] \rightleftharpoons 3K^+ + [Fe(CN)_6]^{-3}$

حيث يعطي كشف K^+ فقط ولا يعطي كشف ل (CN^- , Fe^{+3})

لذلك يصنف كمركب تناسقي

❖ سؤال 5 – 4 | عند مزج محلول $FeSO_4$ مع محلول $(NH_4)_2SO_4$ بنسبة مولية 1:1 فأن المحلول الناتج يعطي كشف لأيون Fe^{+2} بينما عند مزج محلول $CuSO_4$ مع محلول الامونيا بنسبة مولية 1:4 فأن المحلول الناتج لا يعطي كشف لأيون Cu^{+2} وضح ذلك

❖ الحل || عند مزج $FeSO_4$ مع $(NH_4)_2SO_4$ بنسبة مولية 1:1 فأن المركب الناتج هو ملح مور حيث عند اذابة في الماء يعطي كشف لكافة ايوناته NH_4^{+2} , SO_4^{-2} , Fe^{+2}

$$(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 \rightarrow FeSO_4(NH_4)_2SO_4$$

اما عند مزج $CuSO_4$ مع NH_3 بنسبة مولية 1:4 فأن المركب الناتج هو معقد تناسقي لا يعطي كشف عن كافة ايوناته حيث يعطي كشف فقط لـ SO_4^{-2} ولا يعطي ل Cu , NH_4^+

$$CuSO_4 + 4NH_3 \rightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4$$

❖ 5 – 3 | تطور الكيمياء التناسقية

بعد تحضير المركب كلوريد سداسي امين الكوبلت (III) $CoCl_3.6NH_3$ في عام 1798 البداية الحقيقية للكيمياء التناسقية وقد اثار تحضير هذا المركب اهتماماً كبيراً لما له من صفات فريدة كان من الضروري تفسيرها فكيف يمكن لهذا المركب $CoCl_3$ ان يتحد مع الامونيا وكلاهما مركبات مستقرات ولهما تكافؤ مشبع لتكوين مركب اخر مستقر. ولتفسير ذلك ظهرت عدة نظريات الا ان مصيرها الاهمال لأنها لم تتمكن من تفسير النتائج العلمية ومن هذه النظريات (نظرية السلسلة) والتي اقترحت من احد

السويد الذي انتهج نفس المفهوم الذي عرف في تكوين السلاسل بين ذرات الكاربون في الكيمياء العضوية ولم تنجح هذه النظرية في تفسير الخواص كافة لهذه المركبات

نظرية فرنر التناسقية حيث استنبط فرنر نظرية بالاعتماد على الفرضيات الاتيه

١- تمتلك اكثر العناصر نوعين من التكافؤ تكافؤ اولي (..............) والذي يعرف بحالة التأكسد وتكافؤ ثانوي (__________) ويعرف بالعدد التناسقي .

٢- يحاول كل عنصر عند اشتراكه في تكوين مركب معقد الى اشباع كلا التكافؤين .

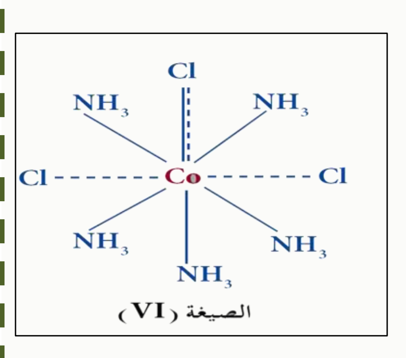
٣- تتجه التكافؤات الثانوية نحو مواقع ثابته في الفراغ تدعى بالمجال التناسقي .

- مثل فرنر التآصر بين الكوبلت وبين ايونات الكلوريد وجزئيات الامونيا للمركبات الاتية :

١- المركب $CoCl_3.6NH_3$ | ويمكن التعبير عنه بالصيغة $[Co(NH_3)_6]Cl_3$

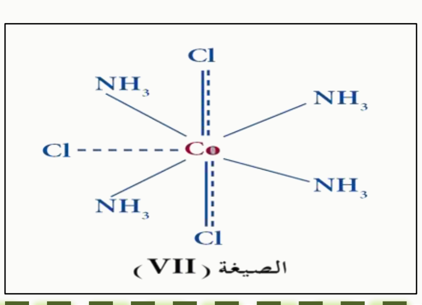
حيث نلاحظ ان الكوبلت 3+ قد اشبع تكافؤاته الاولية بثلاث ايونات كلوريد اما تكافؤه الثاني فيشبع من قبل جزئيات الامونيا السته لذلك عند اضافة نترات الفضة للمركب تترسب ثلاث من ايونات الكلوريد

٢- المركب $CoCl_3.5NH_3$ | ويمكن التعبير عنه بالصيغة $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$



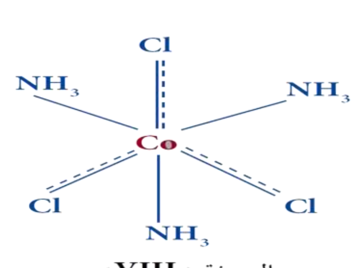
نلاحظ ان الكوبلت 3+ اشبع تكافؤه الاولي 2 من ايونات الكلوريد واشبع تكافؤه الثانوي بخمس جزئيات امونيا لذلك عند اضافة نترات الفضة اليه تترسب 2 من ايونات الكلوريد

٣- المركب $CoCl_3.4NH_3$ | ويمكن التعبير عنه بالصيغة $[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl$



حيث نلاحظ ان الكوبلت 3+ اشبع تكافؤه الاولي بأيون واحد من ايونات الكلوريد واشبع تكافؤه الثانوي بأربع جزئيات امونيا و 2 من ايونات الكلوريد لذلك عند اضافة نترات الفضة اليه يترسب ايون واحد من ايونات الكلوريد

٤- المركب $CoCl_3.3NH_3$ | ويمكن التعبير عنه بالصيغة $[Co(NH_3)_3Cl_3]$



حيث نلاحظ ان هذا المركب لا يعطي راسب عند اضافة نترات الفضة اليه وان سبب عدم ترسيب ايونات الكلوريد هو ارتباط جميع ايونات الكلوريد بالتكافؤ الثاني

- وقد بينت النتائج العملية صحة ادعاء نظرية فرنر التناسقية .

تمرين 5 – 1 | ما الذي عزز فرضيات نظرية التناسق عن نظرية السلسلة ؟

الجواب | نجحت نظرية التناسق في تفسير بعض المركبات مثل $[Co(NH_3)_3Cl_3]$ التي لاتتأين ولاتعطي راسب الكلوريد عند اضافة نترات الفضة وهذا ما لا توقعته نظرية السلسلة

حوامض وقواعد لويس .

يمثل كل من جزء الميثان CH_4 وجزيء الامونيا NH_3 على وفق رمز لويس

$$H:\overset{H}{\underset{H}{C}}:H \qquad H:\overset{H}{\underset{H}{\ddot{N}}}:$$

الميثان — الامونيا

يظهر رمز لويس لكل من جزئية الميثان و الامونيا ان هناك نقطة اختلاف جوهرية مهمة جدا بينهما وهي وجود مزدوج الكتروني على ذرة النتروجين لا تشترك في تكوين اصرة مع ذرة الهيدروجين مما يجعل جزيء الامونيا ذا قابلية للتفاعل مع ذرات اخرى عن طريق اشراك هذا المزدوج الالكتروني تسمى الاصرة المتكونة نتيجة الاشتراك مزدوج الكتروني مع ذرة تمتلك اوربيتال فارغ مهيأ لاستقباله بالأصرة التناسقية ويعبر عنها بسهم ← يتجة من الذرة الواهبة الى الذرة المستقبلة

- كما هو في تفاعل الامونيا مع البروتون لتكوين ايون الامونيوم الموجب H

$$H:\overset{H}{\underset{H}{\ddot{N}}}: + H^+ \longrightarrow [H:\overset{H}{\underset{H}{N}}:H]^+ \longrightarrow [H-\overset{H}{\underset{H}{N}}\rightarrow H]^+$$

- كما يمكن للأمونيا اشراك هذ المزدوج الالكتروني مع مركبات اخرى اضافة لأيون الهيدروجين كما في معقد امين الفلز

$$Ag^+ + 2:NH_3 \rightarrow [H_3N:Ag:NH_3]^+$$

$$Cu^{2+} + 4\ :NH_3 \longrightarrow [H_3N:\overset{NH_3}{\underset{NH_3}{Cu}}:NH_3]^{2+}$$

تعد هذه التفاعلات تفاعلات تحدث بين حوامض وقواعد بمفهوم لوس حيث تعد الامونيا واهبة للالكترونات ولهذا فهي قاعدة حسب مفهوم لويس اما الايون الفلزي الذي استقبل هذا المزدوج الالكتروني فيعد حامضاً حسب مفهوم لويس ونتيجة لهذا التفاعل تتكون الاصرة التناسقية ويدعى الناتج التفاعل المتكون بالمعقد التناسقي وباختصار يمكن القول ان هذا التفاعل هو عبارة عن تفاعل قاعدة لويس الذي يسمى الليكند مع حامض لويس الذي يسمى الايون او الفلز المركزي

- **هناك عدة مصطلحات خاصة بالمركبات التناسقية (جميع هذه التعاريف واردة وزاري)**

١- **الليكند** :- هو جزيء او ايون سالب او موجب الشحنة يرتبط بالأيون المركزي من خلال ذرة واحدة او اكثر مانحة للمزدوجات الالكترونية . وعندما يهب مزدوجاً واحداً من الالكترونات يسمى احادي المخلب وعندما يهب مزدوجين من الالكترونات يسمى ثنائي المخلب وعندما يهب اكثر من مزدوجين يسمى متعدد المخالب

٢- **الايون المركزي** :- هو عباره عن ذرة مركزية مستقبلة للمزدوجات الالكترونية ويرتبط بالليكند باصرة تناسقية

٣- **المعقد التناسقي** :- هو المركب الناتج من اتحاد الايون المركزي مع عدد من الليكندات بواسطة اواصر تناسقية .

٤- **عدد التناسق** :- هو عدد الجزئيات او الايونات (الليكندات) التي ترتبط بالأيون المركزي مضروباً في عدد المخالب التي يملكها الليكند اي انه يساوي عدد الاواصر التناسقية.

٥- **الايون المعقد** :- هو صنف مشحون بشحنة موجبة او سالبة يتكون من ذرة مركزية وعدد مناسب من الليكندات وتكون الذرة المركزية موجبة او متعادلة او سالبة (نادراً) اما الليكندات فقد تكون موجبة او سالبة او متعادلة

٦- **معقد متعادل** :- هو المعقد الذي لا يحمل شحنة و لا يتأين بالماء

مثل $[Ni(CO)_4]$, $[Ni(dmg)_2]$

٧- **مجال التناسق** :- هي عباره عن اقواس مربعة [ ] يكون بداخلها الفلز المركزي و الليكندات (الجزء الغير متأين) اما خارج مجال التناسق يسمى(الجزء المتأين)

٨- **الكيمياء التناسقية** :- هو ذلك الجزء من الكيمياء اللاعضوية يهتم بدراسة المركبات التناسقية وصفاتها

❖ 5 – 4| انواع الليكندات

١- ليكندات احادية المخلب :- هي عباره عن ايونات سالبة او جزئيات متعادلة قادره على منح مزدوج الكتروني واحد الى ايون الفلز الموجب .

٢- ليكندات ثنائية المخلب :- هي عباره عن ايونات او جزئيات لها القدره على الارتباط بأيون الفلز عبر اكثر من ذرة واحده مثل الاوكزالات $C_2O_4^{-2}$, (en) اثلين ثنائي امين

٣- الليكندات متعددة المخلب :- هي ليكندات معقده تحتوي ثلاث او اربع واحيانا اكثر من الذرات القادرة على المساهمه في بناء الاواصر التناسقية حيث ترتبط في موقعين او اكثر وتسمى (الليكندات الكليتية)

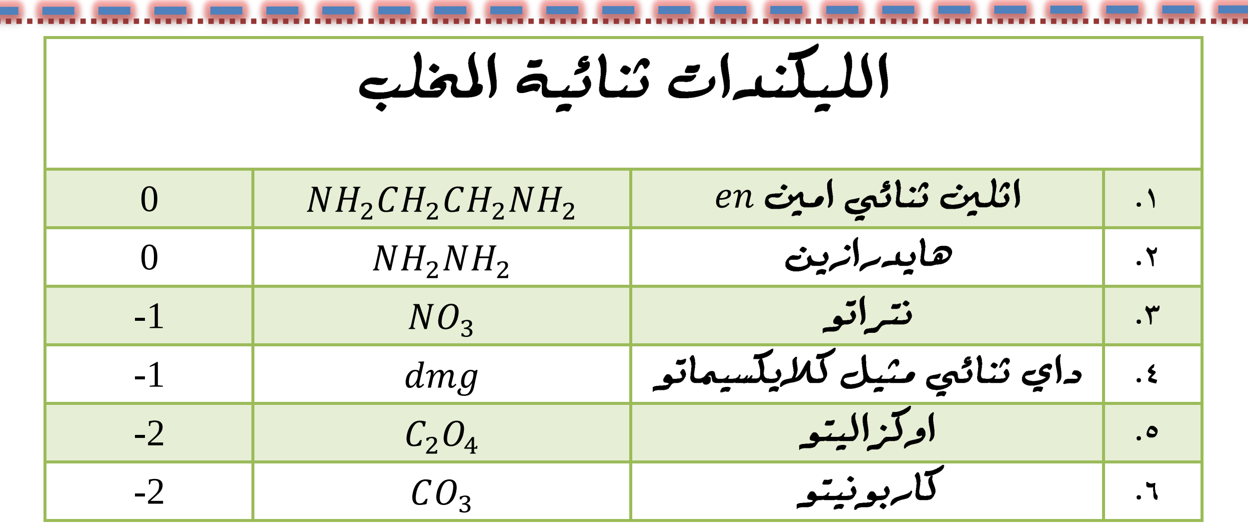
ملاحظة مهمة ||

- الليكندات الاحادية المخلب تهب مزدوج الكتروني واحد $(2e^-)$
- الليكندات ثنائية المخلب تهب مزدوجين الكترونين $(4e^-)$

جدول مهم جداً (حفظ)

الليكندات الاحادية المخلب

ت	اسم الليكند	صيغته	شحنته
١.	كلورو	Cl	-1
٢.	برومو	Br	-1
٣.	يودو	I	-1
٤.	سيانو	CN	-1
٥.	خلاتو	CH_3COO^-	-1
٦.	ثايوسيانو	SCN	-1
٧.	ازيدو	N_3	-1
٨.	اكوا	H_2O	0
٩.	امين	NH_3	0
١٠.	نايتروسيل	NO	0
١١.	مثيل امين	CH_3NH_2	0
١٢.	بريدين	C_5H_5N	0
١٣.	كاربونيل	CO	0



الليكندات ثنائية المخلب

.١	اثلين ثنائي امين en	$NH_2CH_2CH_2NH_2$	0
.٢	هايدرازين	NH_2NH_2	0
.٣	نتراتو	NO_3	-1
.٤	داي ثنائي مثيل كلايكسيماتو	dmg	-1
.٥	اوكزاليتو	C_2O_4	-2
.٦	كاربونيتو	CO_3	-2

❖ **انتبه |** اي مركب تناسقي يتكون من ايون بسيط يصير خارج اقواس التناسق وايون معقد يصير داخل اقواس التناسق [ايون معقد]

❖ الايون المعقد يتكون من [ليكند او اكثر و ذرة مركزية]

دائما ثابت مكان الذرة المركزية هنا

❖ **انتبه |** فائدة الايون البسيط في حساب التكافؤ هو معرفة شحنة الايون المعقد

❖ **ملاحظة |** قبل الدخول الى حساب التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي لذرة المركزية كما قلنا ان المركب التناسقي يتكون من ايون بسيط خارج اقواس التناسق وايون المعقد داخل اقواس التناسق [ ] فائدة الايون البسيط معرفة شحنة الأيون المعقد من خلاله لان **شحنة الأيون البسيط= شحنة الأيون المعقد**

لكن عكس الاشارة

- **مثال |** $Al[Fe(CN)_6]$ نحن نعرف ان ايون البسيط Al شحنته =3+
  هذا يعني ان الايون المعقد $[Fe(CN)_6]$ شحنته =3-
- **مثال اخر |** $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$
  نعرف ان Cl = -1 ⇐ $Cl_2 = -2$ → شحنة الايون البسيط
  هذا يعني ان الايون المعقد $[Ni(NH_3)_6]$ شحنته = +2

الحلوة موشرط تربي مخالب
ترى السعلوة هم عدهه مخالب
الليكند اذا احادي المخالب
الكترونين ينطي وهاي هيه

ملاحظة مهمة جداً

- التكافؤ الاولي = عدد تكافؤ الذرة المركزية (الفلز المركزي)
- التكافؤ الثانوي (عدد التناسق) = عدد جزيئات الليكند * عدد مخالب الليكند.

- **مثال 5 – 2 |** ما التكافؤ الاولي (حالة التأكسد) والتكافؤ الثانوي (عدد التناسق) للفلز المركزي في المركبين الآتيين :

أ- $K_4[Fe(CN)_6]$

ب- $[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3$

✓ **الحل ||**

أ- نلاحظ ان الايون البسيط K شحنته $= +1$ ∴ $K_4 = +4$ ∴ الايون المعقد $= -4$

$$\underline{K_4} \quad \underline{[Fe(CN)_6]}$$
$$+4 \quad -4$$
$$Fe + -1 * 6 = -4$$
$$Fe - 6 = -4 \Rightarrow Fe = 6 - 4 \Rightarrow +2$$

- التكافؤ الاولي $= +2$
- التكافؤ الثانوي = عدد جزيئات الليكند * عدد مخالب الليكند

6 = 1 x 6 =

- التكافؤ الثانوي = 6

....

ب- نلاحظ ان $NO_3 = -1$ ∴ $(NO_3)_3 = -3$ ∴ الايون المعقد $= +3$

$$\underline{[Cr(NH_3)_6]} \quad \underline{(NO_3)_3}$$
$$+3 \quad -3$$
$$[Cr(NH_3)_6]^{+3}$$
$$Cr + 0 * 6 = +3 \Rightarrow Cr = +3$$

- التكافؤ الاولي $= +3$
- التكافؤ الثانوي = عدد جزيئات الليكند * عدد مخالب الليكند

$$6 = 1 * 6$$

- التكافؤ الثانوي = 6

❖ تمرين 5 – 2 | كم هو التكافؤ الاولي والتكافؤ الثانوي للحديد في المركب $K_3[Fe(CN)_6]$

✓ الحل || ايون البوتاسيوم = $+1$ ∴ $K_3 = +3$

$$\frac{K_3}{+3} \quad \frac{[Fe(CN)_6]}{-3}$$

$$Fe + (-1) * 6 = -3$$

$$Fe - 6 = -3 \Rightarrow Fe = 6 - 3 = +3$$

- التكافؤ الاولي = $+3$
- التكافؤ الثانوي = عدد جزيئات الليكند x عدد مخالبه

$$6 = 1 * 6$$

❖ سؤال 5 – 5 | ما العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي للحديد) في المركبات الاتية :

١- $[Fe(CO)_5]$

٢- $[Fe(C_2O_4)_3]^{-3}$

٣- $K_3[Fe(CN)_6]$

٤- $[Fe(H_2O)_5(NO)]SO_4$

✓ الحل ||

١- $[Fe(CO)_5]$

- التكافؤ الاولي = تكافؤ الفلز المركزي Fe

$$Fe + 0 * 5 = 0 \quad \Rightarrow Fe = 0$$

- التكافؤ الاولي = 0

٢- $[Fe(C_2O_4)_3]^{-3}$

$$Fe + (-2 * 3) = -3$$

$$Fe - 6 = -3 \Rightarrow Fe = 6 - 3 = +3$$

- التكافؤ الاولي = $+3$

٣- $K_3[Fe(CN)_6]$ | $K = +1 \Rightarrow K_3 = +3$

$$\frac{K_3}{+3} \quad \frac{[Fe(CN)_6]}{-3}$$

$$[Fe(CN)_6]^{-3}$$

$$Fe + (-1) * 6 = -3$$

$$Fe - 6 = -3 \Rightarrow Fe = 6 - 3 = +3$$

- التكافؤ الاولي = $+3$

٤- $[Fe(H_2O)_5(NO)]SO_4$ | الايون البسيط $SO_4 = -2$

$$\frac{[Fe(H_2O)_5(NO)]}{+2} \quad \frac{SO_4}{-2}$$

$[Fe(H_2O)_5(NO)]^{+2}$

$Fe + (0 * 5) + (0 * 1) = +2$

$Fe = +2$

- التكافؤ الاولي = +2

❖ تمرين 5 – 3 || تعتبر الليكندات قواعد لويس والذرة المركزية حامض لويس ؟ اذكر مثال يوضح ذلك

- الجواب || الليكندات قواعد لويس لانها لها القابلية على هبة زوج الكتروني او كثر .. اما الذرة المركزية تعتبر حامض لويس لان لها القابلية على اكتساب مزدوج الكتروني؟

كما في تفاعل الامونيا مع البروتون لتكوين ايون الامونيوم الموجب H

$$H{:}\ddot{N}{:}H + H^+ \longrightarrow [H{:}\ddot{N}{:}H]^+ \longrightarrow [H-N\rightarrow H]^+$$

❖ كما يمكن للأمونيا اشراك هذ المزدوج الالكتروني مع مركبات اخرى اضافة لأيون الهيدروجين كما في معقد امين الفلز

$$Ag^+ + 2{:}NH_3 \rightarrow [H_3N{:}Ag{:}NH_3]^+$$

$$Cu^{2+} + 4\ {:}NH_3 \longrightarrow [H_3N{:}Cu(NH_3)_2{:}NH_3]^{2+}$$

تمرين 5 – 4 || لماذا توجد ليكندات احادية المخلب واخرى ثنائية المخلب؟

الجواب || لأن الليكندات احادية المخلب تمتلك مزدوج الكتروني ترتبط به مع اوربيتال من الفلز المركزي مثل البروميد والليكندات ثنائية المخلب تمتلك مزدوجين الكترونيين ترتبط بهما مع اوربيتالاين من الفلز المركزي مثل الاوكزالات

تمرين 5 – 5 || مالفرق بين تكافؤ المركبات البسيطة والمعقدات التناسقية ؟

الجواب || الذرة المركزية في المركبات البسيطة لها تكافؤ واحد فقط (عدد تأكسد)

اما الذرة المركزية في المعقد التناسقي لها تكافؤين اولي (عدد تأكسد) وثانوي (عدد تناسق)

تمرين 5 – 6 || المعقدات التناسقية المتعادلة لا تتأين في الماء . لماذا؟

الجواب || بسبب عدم وجود ايونات خارج مجال التناسق (مجال التأين) حيث في المعقدات المتعادلة تكون الذرة المركزية وجميع الليكندات داخل مجال التناسق

تمرين 5 – 7 || مالفرق بين ايونات الكلور الموجودة في المعقد التناسقي $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$

الجواب || ايون الكلور الموجود خارج مجال التناسق (مجال التأين) له القابلية على التأين والترسيب اما ايون الكلور الموجود داخل مجال التناسق لا يتأين ولا يمكن ترسيبه

5 – 5 | تسمية المركبات التناسقية :

- يتم تسمية المركبات التناسقية حسب نظام *IUPAC* وكما يأتي :

١- عند تسمية المركب التناسقية تكون التسمية من اليمين الى اليسار وبالتسلسل

٢- يسمى الايون البسيط باسمه الشائع والمعروف من غير ذكر عدد الجزئيات

(الايون البسيط خارج اقواس التناسق [ ])

٣- تسمى الليكندات قبل الفلز المركزي وفي حال جود اكثر من ليكند فانها تذكر حسب الترتيب الابجدي الانكليزي $(A, B, C \ldots\ldots)$

٤- تستعمل البادئات ثنائي وثلاثي ورباعي قبل اسم الليكند وحسب عدد جزئياته اما الليكندات $(C_2O_4^{-2}\ , dmg^-\ , en)$ تستعمل البادئات بس (ثنائي) وترس (ثلاثي) قبل اسم الليكند وحسب عدد جزئياته

٥- يعبر عن حالة التأكسد للذرة المركزية بالارقام الرومانية $(0 , I , II , III , IV , \ldots\ldots)$ وتحصر بين قوسين بعد اسم الفلز مباشرةً

٦- عندما يكون الايون المعقد سالب $[\quad]^-$ يضاف المقطع (آت) الى اسم الفلز المركزي باستثناء (الحديد يكون فيرات و الرصاص يكون بلمبات)

اما اذا كان الايون المعقد موجب $[\quad]^+$ او متعادل $[\quad]$ يسمى الفلز بدون المقطع (آت)

٧- اذا كان المطلوب تسمية الايون المعقد فقط $[\quad]$ وكان يحمل شحنة موجبة او سالبة يذكر اسم ايون قبل التسمية ونسمي بالتسلسل من اليمين الى اليسار

➢ امثلة ||

- $[Cr(NH_3)_6]Cl_3$ كلوريد سداسي امين الكروم (III)
- $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl$ كلوريد رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم (III)
- $[Co(en)_2Cl_2]_2SO_4$ كبريتات ثنائي كلورو بس اثلين ثنائي امين الكوبلت (III)
- $[Ni(CO)_4]$ رباعي كاربونيل نيكل (0)
- $[Fe(H_2O)_6]\ SO_4$ كبريتات سداسي اكوا الحديد (II)
- $Ca_2[Fe(CN)_6]$ سداسي سيانو فيرات (II) الكالسيوم

❖ تمرين 5 – 8 | سم المعقدات الاتية :

١. كلوريد اكوا خماسي امين الكوبلت (III) — $[Co(NH_3)_5H_2O]\ Cl_3$
٢. رباعي امين ثنائي كلورو كوبلتات (I) الصوديوم — $Na[Co(NH_3)_4Cl_2]$
٣. سداسي كلورو بلاتينات (IV) البوتاسيوم — $K_2[PtCl_6]$
٤. نترات سداسي امين الكروم (III) — $[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3$
٥. كلوريد بس (اثلين ثنائي امين) النحاس (II) — $[Cu(en)_2]Cl_2$
٦. سداسي ثايو سيانو كرومات (IV) الامونيوم — $(NH_4)_2[Cr(SCN)_6]$

❖ سؤال 5 – 6 | سم المركبات المعقدة الاتية :

✓ الحل ||

➢ ايون خماسي اكوا نايتروسيل الحديد (II) — $[Fe(H_2O)_5(NO)]^{+2}$
➢ خماسي سيانو نايتروسيل فيرات (III) الصوديوم — $Na_2[Fe(CN)_5(NO)]$
➢ كبريتات خماسي امين ازيدو كوبلت (III) — $[Co(N_3)(NH_3)_5]SO_4$
➢ رباعي سيانو نيكلات (0) البوتاسيوم — $K_4[Ni(CN)_4]$
➢ ايون ثنائي كلورو بس (اثلين ثنائي امين) النيكل (IV) — $[Ni(en)_2Cl_2]^{+2}$
➢ سداسي كلورو بلاتينات (IV) البوتاسيوم — $K_2[PtCl_6]$

اليحب ولهان بالفطرة نسمي ... وبسم الله اذا انشوفه نسمي ... المعقد انتبه لمن نسمي
من اليمنه الى اليسرى تسلسل ... واذا ماضابط الليكند تسل تسل ... كلبي احبك اتشبك تسلسل
معقد انته واسمك شع عليه

❖ سؤال 5 – 1 | اكتب الصيغة التركيبية للمركبات التناسقية الاتية :

١) نترات ترس (اثلين ثنائي امين) كوبلت (III) — $[Co(en)_3](NO_3)_3$
٢) رباعي سيانو نيكلات (0) بوتاسيوم — $K_4[Ni(CN)_4]$
٣) ايون اكوا بس اوكزالاتو كرومات (III) — $[Cr(C_2O_4)_2\ H_2O]^{-1}$
٤) رباعي كلورو نيكلات (II) بوتاسيوم — $K_2[NiCl_4]$
٥) كلوريد سداسي اكوا تيتانيوم (III) — $[Ti(H_2O)_6]Cl_3$
٦) رباعي كاربونيل نيكل (0) — $[Ni(CO)_4]$
٧) ايون (اثلين ثنائي امين) رباعي يودو كرومات (III) — $[Cr(en)I_4]^{-1}$
٨) ايون اكوا سيانو بس (اثلين ثنائي امين) الكوبلت (III) — $[Co(en)_2(CN)H_2O]^{+2}$

❖ 5 – 6 | نظريات التآصر في المركبات التناسقية :

▪ بعد نظرية السلسلة ونظرية فرنر التناسقية جاءت ثلاث نظريات تستعمل في الوقت الحاضر لوصف طبيعية التآصر في المعقدات التناسقية هي :

١- نظرية اصرة التكافؤ VBT
٢- نظرية المجال البلوري CFT
٣- نظرية الاوربيتال الجزيئي MOT

- سنقوم في هذه المرحلة الدراسية بشرح مبسط لنظرية اصرة التكافؤ فقط .

➢ نظرية آصرة التكافؤ VBT :

يعد تكوين المعقدات التناسقية حسب هذه النظرية تفاعلاً بين قاعدة لويس (الليكند) وحامض لويس (الفلز) مع تكوين اصرة تناسقية بين الليكند و الفلز وسنقوم بتطبيق هذه النظرية على المركبات التناسقية ذات الاعداد التناسقية 4, 3, 2 فقط

❖ ملاحظة | |

- دائما الفلز المركزي من العناصر الانتقالية قد يكون من عناصر السلسلة :

الاولى	الثانية	الثالثة
Cr	Pd	Re
Mn	Ag	Pt
Fe	Cd	Au
Co		Hg
Ni		
Cu		

ملاحظة | | نعرف العناصر من اي سلسلة من العدد الذري حيث

١- السلسلة الاولى من 21 الى 30
٢- السلسلة الثانية من 39 الى 48
٣- السلسلة الثالثة من 72 الى 80

- عناصر السلسلة الثانية و الثالثة جميع اللكيندات ضاغطة عليها ،
- عناصر السلسلة الاولى كل الليكندات ضاغطة

ماعدا اللكيندات ($Cl , Br , I , F, OH^{-} , H_2O$) تكون غير ضاغطة على عناصر السلسلة الاولى (عناصر السلسة الاولى هي العناصر التي عددها الذري اقل من 30)

- انتبه | | عناصر السلسلة الثانية و الثالثة (ناهية) كل الليكندات تصير ضاغطة عليها لكن عناصر السلسلة الاولى اكو كم ليكند ما يضغط عليها (X , OH , H_2O) وبقية الليكندات كله تضغط على السلسلة الاولى .

❖ ملاحظات مهمة | |

○ في نظرية اصرة التكافؤ يطلب التهجين و الشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم للمعقد التناسقي حيث يمكن ايجادهم عن طريق اتباع الملاحظات الاتيه:

١- اذا كان الفلز المركزي للمعقد عدده الذري من 30 – 21 نستخدم الترتيب الالكتروني $[Ar_{18}]$ $3d$ $4s$ $4P$ على ان يملأ الاوربيتال S اولاً وفي حالة الفقدان ان يفقد من (S) اولاً مع مراعاة اذا كان d يحوي (4 او 9) الكترون نحول له الكترون واحد من (S) قبل الفقدان

٢- اذا كان الفلز المركزي للمعقد عدده الذري من 48 – 39 نستخدم الترتيب الالكتروني $[Kr_{36}]$ $4d$ $5s$ $5P$ على ان يملأ الاوربيتال S اولاً وفي حالة الفقدان ان يفقد من (S) اولاً مع مراعاة اذا كان d يحوي (4 او 9) الكترون نحول له الكترون واحد من (S) قبل الفقدان

٣- اذا كان الفلز المركزي للمعقد عدده الذري 80 – 72 نستخدم الترتيب الالكتروني $[Xe_{54}$ $4F^{14}]$ $5d$ $6s$ $6P$ على ان يملأ الاوربيتال S اولاً ثم d وفي حالة الفقدان ان يفقد من (S) اولاً مع مراعاة اذا كان d يحوي (4 او 9) الكترون نحول له الكترون واحد من (S) قبل الفقدان

٤- علاقة التهجين بالشكل الهندسي

نوع التهجين	الشكل الهندسي
SP	مستقيم
SP^2	مثلث مستوي
SP^3	رباعي الاوجه منتظم
dSP^2	مربع مستوي

٥- الصفة مغناطيسية :

- اذا احتوت الاوربيتالات على الكترونات مفرده فأن الصفة بارا مغناطيسية
- واذا لم تحوي الكترونات مفردة (الكترونات مزدوجة) تكون الصفة دايا مغناطيسية

٦- الزخم $\mu \Leftarrow \mu = \sqrt{e^2 + 2e}$

- حيث ان e = عدد الالكترونات المفرده
- والمعقد الذي لا يحوي الكترونات مفردة $\mu = 0$

○ انتبه || الزخم فقط يوجد عندما يحوي المعقد الكترونات مفردة بينما المعقد الذي لا يحوي الالكترونات مفردة فأن زخمة يساوي صفر لان الزخم يعتمد على الالكترونات المفردة

٧- اللكيند الضاغط :- يضغط الالكتروات المفردة حيث يجعلها بصورة مزدوجة

الليكند الغير الضاغط :- يبقى الالكترونات بصورة مفردة

- خطوات الحل :

١- نرسم الترتيب الالكتروني للفلز المركزي ونوزع الالكترونات في الاوربيتالات

٢- نرسم الترتيب الالكتروني لأيون الفلز المركزي ونوزع الالكترونات في الاوربيتالات (بعد الفقدان)

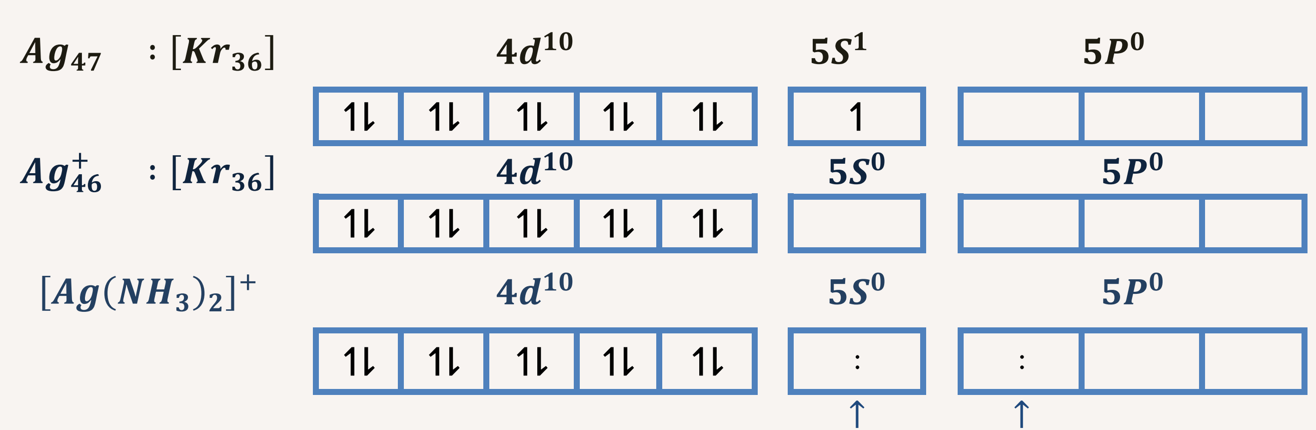
٣- نرسم الترتيب الالكتروني بعد دخول الليكند حيث اذا كان الليكند ضاغط يزوج الالكترونات المفردة واذا غير ضاغط يبقى الالكترونات مفردة

٤- اذا كان الليكند احادي المخلب يأخذ اوربيتال واحد (يهب الكترونين) واذا ثنائي المخلب يأخذ اوربيتالين (يهب اربع الكترونات)

و لإيجاد التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية في المعقدات الاتية :

➢ نتبع ما يلي :

$[Ag(NH_3)_2]^+$



Ag_{47} : $[Kr_{36}]$ $4d^{10}$ $5S^1$ $5P^0$

1l	1l	1l	1l	1l		1				

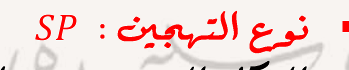
Ag^+_{46} : $[Kr_{36}]$ $4d^{10}$ $5S^0$ $5P^0$

1l	1l	1l	1l	1l						

$[Ag(NH_3)_2]^+$ $4d^{10}$ $5S^0$ $5P^0$

1l	1l	1l	1l	1l		:		:		

↑ NH_3 ↑ NH_3



- نوع التهجين : SP
- الشكل الهندسي : خط مستقيم
- الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسية

$[HgI_3]^-$

Hg_{80} : $[Xe_{54}]$ $4F^{14}$ $5d^{10}$ $6S^2$ $6P^0$

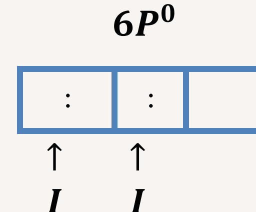
1l	1l	1l	1l	1l		1l				

Hg^{+2}_{78} : $[Xe_{54}]$ $4F^{14}$ $5d^{10}$ $6S^0$ $6P^0$

1l	1l	1l	1l	1l						

$[HgI_3]^-$: $[Xe_{54}]$ $4F^{14}$ $5d^{10}$ $6S^0$ $6P^0$

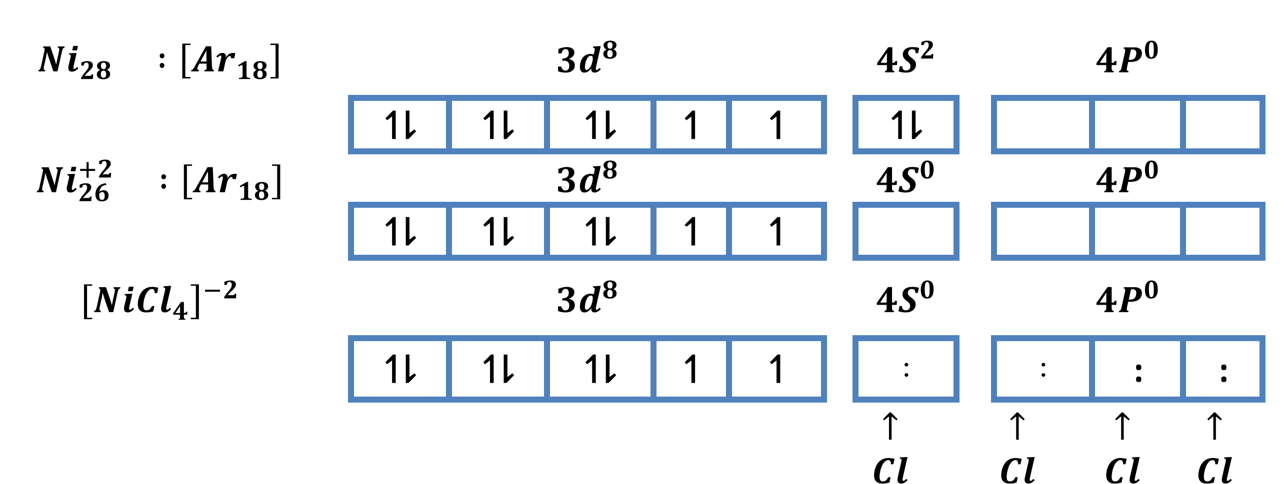
1l	1l	1l	1l	1l		:		:	:	



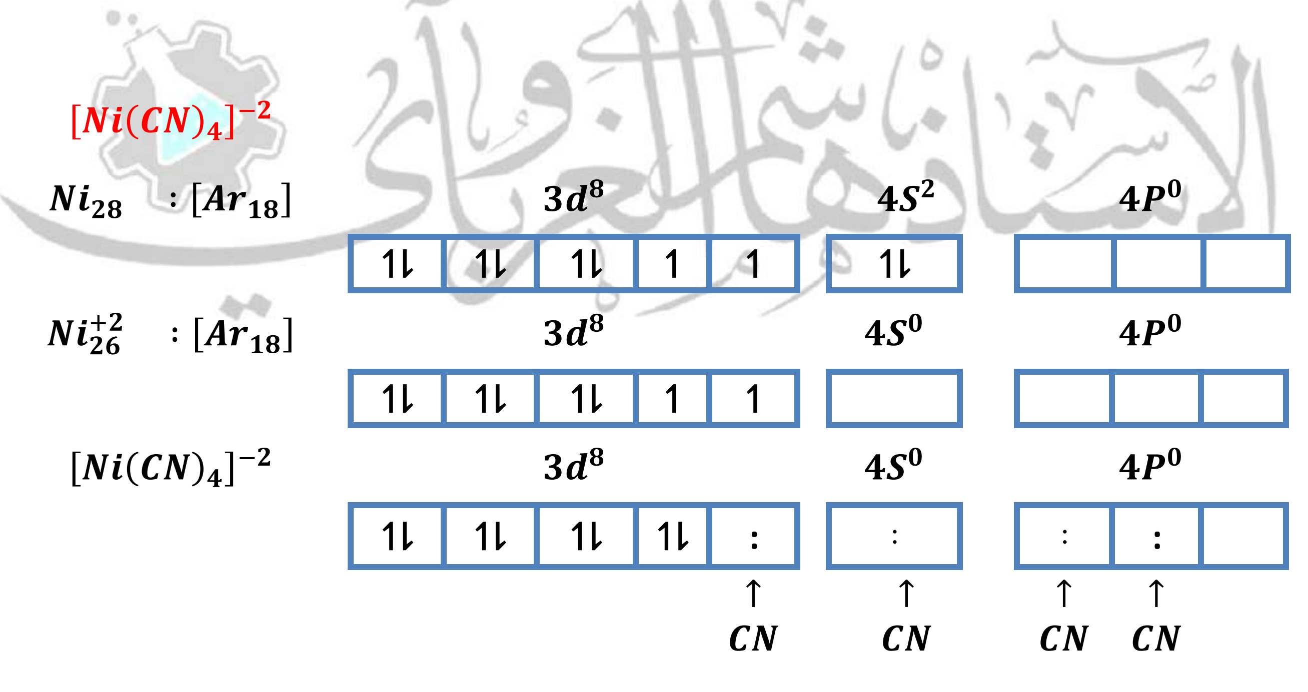
↑ I ↑ I ↑ I

- نوع التهجين : SP^2
- الشكل الهندسي : مثلث مستوي
- الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسية





- نوع التهجين : SP^3
- الشكل الهندسي : رباعي الاوجه منتظم
- الصفة المغناطيسية : بارا مغناطيسية



- نوع التهجين : dSP^2
- الشكل الهندسي : مربع مستوي
- الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسية

$[PtCl_4]^{-2}$

Pt_{78} : $[Xe_{54}]$ $4F^{14}$

$5d^8$					$6S^2$	$6P^0$		
1⇂	1⇂	1⇂	1	1	1⇂			

Pt^{+2}_{76} : $[Xe_{54}]$ $4F^{14}$

$5d^8$					$6S^0$	$6P^0$		
1⇂	1⇂	1⇂	1	1				

$[PtCl_4]^{-2}$: $[Xe_{54}]$ $4F^{14}$

$5d^8$					$6S^0$	$6P^0$		
1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	:	:	:	:	
				↑ cl	↑ cl	↑ cl	↑ cl	

- نوع التهجين : dSP^2
- الشكل الهندسي : مربع مستوي
- الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسية

❖ تمرين 5 – 9 | اعتماداً على VBT بين توزيع الكترونات الفلز والالكترونات الاتية من الليكند للمعقد $[Cu(CN)_2]^-$

✓ الحل ||

$[Cu(CN)_2]^-$

Cu_{29} : $[Ar_{18}]$

$3d^{10}$					$4S^1$	$4P^0$		
1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	1			

Cu^{+1}_{28} : $[Ar_{18}]$

$3d^{10}$					$4S^0$	$4P^0$		
1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	1⇂				

$[Cu(CN)_2]^-$

$3d^{10}$					$4S^0$	$4P^0$		
1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	:	:		
					↑ CN	↑ CN		

❖ تمرين 5 – 10 | لماذا المعقد $[NiCl_4]^{-2}$ بارا مغناطيسي بينما المعقد $[PtCl_4]^{-2}$ دايا مغناطيسي وضح ذلك على وفق VBT

✓ الحل ||

$[NiCl_4]^{-2}$

Ni_{28} : $[Ar_{18}]$

$3d^8$					$4S^2$	$4P^0$		
1⇂	1⇂	1⇂	1	1	1⇂			

Ni^{+2}_{26} : $[Ar_{18}]$

$3d^8$					$4S^0$	$4P^0$		
1⇂	1⇂	1⇂	1	1				

$[NiCl_4]^{-2}$

$3d^8$					$4S^0$	$4P^0$		
1⇂	1⇂	1⇂	1	1	:	:	:	:
					↑ Cl	↑ Cl	↑ Cl	↑ Cl

الليكند غير ضاغط

الصفة بارامغناطيسية لانه يحوي على الكترونات مفردة

$[PtCl_4]^{-2}$

Pt_{78} : $[Xe_{54}]$ $4F^{14}$

$5d^8$					$6S^2$	$6P^0$		
1⇂	1⇂	1⇂	1	1	1⇂			

Pt^{+2}_{76} : $[Xe_{54}]$ $4F^{14}$

$5d^8$					$6S^0$	$6P^0$		
1⇂	1⇂	1⇂	1	1				

$[PtCl_4]^{-2}$: $[Xe_{54}]$ $4F^{14}$

$5d^8$					$6S^0$	$6P^0$		
1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	:	:	:	:	
				↑ cl	↑ cl	↑ cl	↑ cl	

الليكند ضاغط

الصفة دايامغناطيسية لانة لايحوي على الكترونات مفردة

❖ تمرين 5 – 11 | ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقدين $[Co(H_2O)_4]^{+2}$, $[PdCl_4]^{-2}$ ثم احسب μ لكل منهما ؟

✓ الحل ||

$[PdCl_4]^{-2}$

$[Pd_{46}]$: $[Kr_{36}]$ $4d^8$ $5S^2$ $5P^0$

4d					5S	5P		
1l	1l	1l	1	1	1l			

$[Pd^{+2}_{44}]$: $[Kr_{36}]$ $4d^8$ $5S^0$ $5P^0$

4d					5S	5P		
1l	1l	1l	1	1				

$[PdCl_4]^{-2}$ $4d^8$ $5S^0$ $5P^0$

4d					5S	5P		
1l	1l	1l	1l	:	:	:	:	
				↑ cl	↑ cl	↑ cl	↑ cl	

➢ نوع التهجين : dSP^2

➢ الشكل الهندسي : مربع مستوي

➢ الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسية

➢ $\mu = \sqrt{e^2 + 2e} \Rightarrow \mu = \sqrt{(0)^2 + 2(0)} = 0$

$[Co(H_2O)_4]^{+2}$

$[Co_{27}]$: $[Ar_{18}]$ $3d^7$ $4S^2$ $4P^0$

3d					4S	4P		
1l	1l	1	1	1	1l			

$[Co^{+2}_{25}]$: $[Ar_{18}]$ $3d^7$ $4S^0$ $4P^0$

3d					4S	4P		
1l	1l	1	1	1				

$[Co(H_2O)_4]^{-2}$ $3d^7$ $4S^0$ $4P^0$

3d					4S	4P		
1l	1l	1	1	1	:	:	:	:
					↑ H_2O	↑ H_2O	↑ H_2O	↑ H_2O

➢ نوع التهجين : SP^3

➢ الشكل الهندسي : رباعي الاوجه منتظم

➢ الصفة المغناطيسية : بارا مغناطيسية

$\mu = \sqrt{e^2 + 2e} \Rightarrow \mu = \sqrt{(3)^2 + 2(3)} \Rightarrow \mu = \sqrt{9 + 6} \Rightarrow \mu = \sqrt{15} = 3.87$ B.M

سؤال 5 – 8 | اعتماد على اصرة التكافؤ VBT

- اجب عن الاسئلة التالية لكل من المركبات التناسقية الاتية :

$[Pd(CN)_4]^{-2}, [Ni(dmg)_2]$, $[CoCl_4]^{-2}$, $[Zn(CN)_4]^{-2}$, $[Co(CN)_4]^{-2}$
, $[Ni(CO)_4]^{+2}, [MnBr_4]^{-2}, [Ag(CN)_2]^{-}$, $[CoBr_4]^{-2}, [ZnCl_2(NH_3)_2]$, $[PdCl_4]^{-2}$

أ- ما نوع التهجين للذرة المركزية

ب- ما الشكل الهندسي للمعقد

ج- ما الصفة المغناطيسية للمعقد ولماذا ؟

✓ الحل ||

$[Co(CN)_4]^{-2}$

Co_{27} : $[Ar_{18}]$ — $3d^7$: 1⇂ 1⇂ 1 1 1 | $4S^2$: 1⇂ | $4P^0$: □ □ □

Co^{+2}_{25} : $[Ar_{18}]$ — $3d^7$: 1⇂ 1⇂ 1 1 1 | $4S^0$: □ | $4P^0$: □ □ □

$[Co(CN)_4]^{-2}$ — $3d^7$: 1⇂ 1⇂ 1⇂ 1 : | $4S^0$: : | $4P^0$: : : □

↑ CN ↑ CN ↑ CN ↑ CN

- نوع التهجين : dSP^2
- الشكل الهندسي : مربع مستوي
- الصفة المغناطيسية : بارا مغناطيسية لوجود الكترونات مفردة

- $[Zn(CN)_4]^{-2}$ $Zn = 30$

- واجب



$[CoCl_4]^{-2}$

$[Co_{27}]$: $[Ar_{18}]$

$3d^7$					$4S^2$	$4P^0$		
↑↓	↑↓	↑	↑	↑	↑↓			

$[Co^{+2}_{25}]$: $[Ar_{18}]$

$3d^7$					$4S^0$	$4P^0$		
↑↓	↑↓	↑	↑	↑				

$[CoCl_4]^{-2}$

$3d^7$					$4S^0$	$4P^0$		
↑↓	↑↓	↑	↑	↑	:	:	:	:
					↑ cl	↑ cl	↑ cl	↑ cl

- نوع التهجين : SP^3
- الشكل الهندسي : رباعي الاوجه منتظم
- الصفة المغناطيسية : بارا مغناطيسية لوجود الكترونات مفردة

$[Ni(dmg)_2]$

$[Ni_{28}]$: $[Ar_{18}]$

$3d^8$					$4S^2$	$4P^0$		
↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑	↑↓			

$[Ni^{+2}_{26}]$: $[Ar_{18}]$

$3d^8$					$4S^0$	$4P^0$		
↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑				

$[Ni(dmg)_2]$

$3d^8$					$4S^0$	$4P^0$		
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	:	:	:	:	
				↖ dmg	↗	↖ dmg	↗	

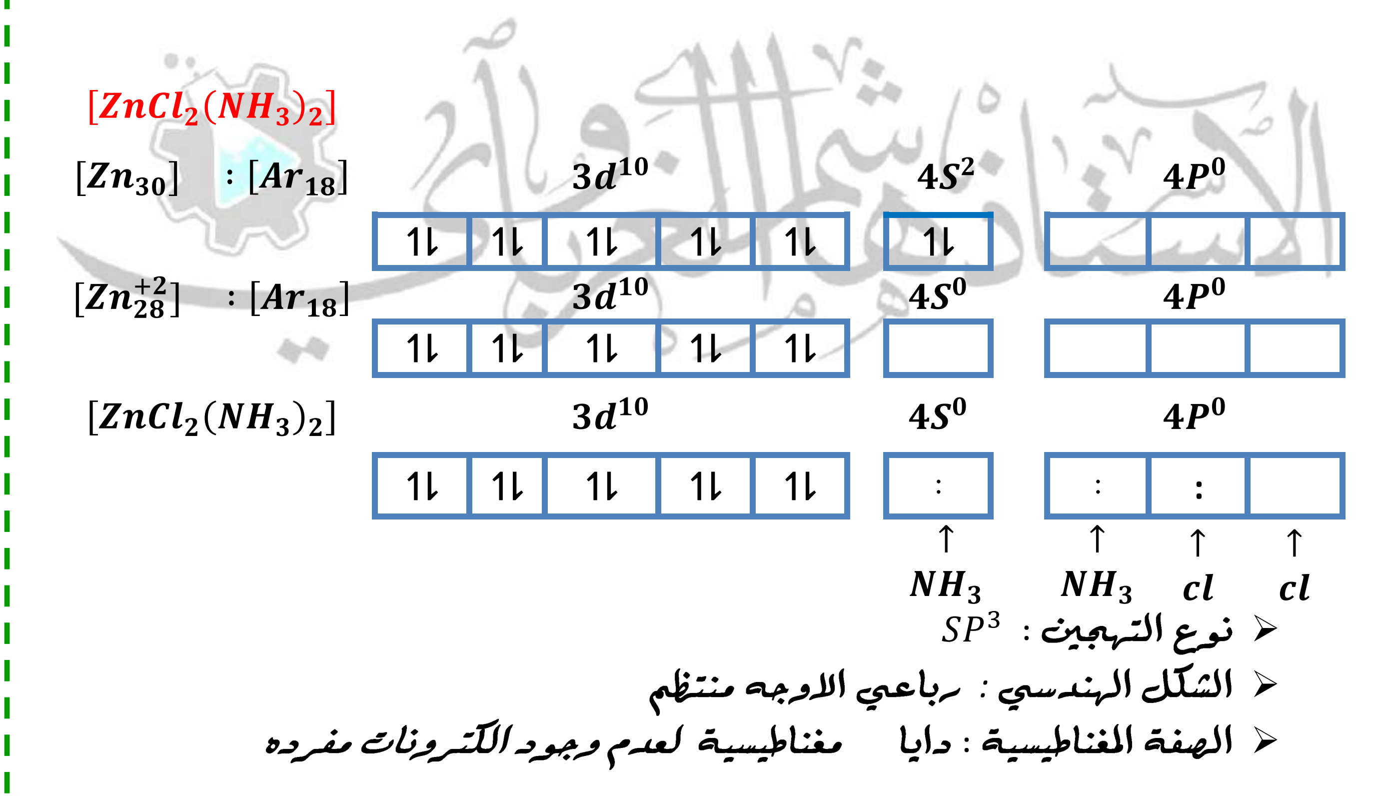
- نوع التهجين : dSP^2
- الشكل الهندسي : مربع مستوي
- الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات مفرده

❖ $[Pd(CN)_4]^{-2}$ $Pd = 46$

▪ واجب /

$[PdCl_4]^{-2}$

واجب ||



$[ZnCl_2(NH_3)_2]$

$[Zn_{30}]$: $[Ar_{18}]$ $3d^{10}$ $4S^2$ $4P^0$

1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	1⇂			

$[Zn^{+2}_{28}]$: $[Ar_{18}]$ $3d^{10}$ $4S^0$ $4P^0$

1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	1⇂				

$[ZnCl_2(NH_3)_2]$ $3d^{10}$ $4S^0$ $4P^0$

1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	:	:	:	
					↑ NH_3	↑ NH_3	↑ cl	↑ cl

- نوع التهجين : SP^3
- الشكل الهندسي : رباعي الاوجه منتظم
- الصفة المغناطيسية : دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات مفرده



$[CoBr_4]^{-2}$

$[Co_{27}]$: $[Ar_{18}]$ $3d^7$ $4S^2$ $4P^0$

1⇂	1⇂	1	1	1		1⇂				

$[Co^{+2}_{25}]$: $[Ar_{18}]$ $3d^7$ $4S^0$ $4P^0$

1⇂	1⇂	1	1	1						

$[CoBr_4]^{-2}$ $3d^7$ $4S^0$ $4P^0$

1⇂	1⇂	1	1	1		:		:	:	:
						↑ Br		↑ Br	↑ Br	↑ Br

- نوع التهجين : SP^3
- الشكل الهندسي : رباعي الاوجه منتظم
- الصفة المغناطيسية : بارا مغناطيسية لوجود الكترونات مفردة

$[Ag(CN)_2]^-$

واجب

$[MnBr_4]^{-2}$

$[Mn_{25}]$: $[Ar_{18}]$ $3d^5$ $4S^2$ $4P^0$

1	1	1	1	1		1⇂				

$[Mn^{+2}_{23}]$: $[Ar_{18}]$ $3d^7$ $4S^0$ $4P^0$

1	1	1	1	1						

$[MnBr_4]^{-2}$ $3d^7$ $4S^0$ $4P^0$

1	1	1	1	1		:		:	:	:
						↑ Br		↑ Br	↑ Br	↑ Br

- نوع التهجين : SP^3
- الشكل الهندسي : رباعي الاوجه منتظم
- الصفة المغناطيسية : بارا مغناطيسية لوجود الكترونات مفردة

, $[Ni(CO)_4]^{+2}$

واجب

❖ سؤال 5 – 9 | اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT ما هو عدد الالكترونات المنفردة للمركبات التناسقية التالية وما قيمة (μ) للمركبات $[Ni(NH_3)_4]^{+2}$, $[Ni(OH)_4]^{-2}$

✓ الحل ||

$[Ni(NH_3)_4]^{+2}$

	$3d^8$					$4S^2$	$4P^0$		
Ni_{28} : $[Ar_{18}]$	1⇂	1⇂	1⇂	1	1	1⇂			

	$3d^8$					$4S^0$	$4P^0$		
Ni^{+2}_{26} : $[Ar_{18}]$	1⇂	1⇂	1⇂	1	1				

	$3d^8$					$4S^0$	$4P^0$		
$[Ni(NH_3)_4]$	1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	:	:	:	:	
					↑ NH_3	↑ NH_3	↑ NH_3	↑ NH_3	

➢ ∵ الالكترونات المفرده = صفر

➢ $\mu = \sqrt{e^2 + 2e} = \mu = \sqrt{(0)^2 + (2 * 0)} = 0$

$[Ni(OH)_4]^{-2}$

واجب ||

➢ ملاحظة || في بعض الاسئلة يكون الليكند مجهول (L) من ناحية الضاغط والغير ضاغط لذلك اذا كان الفلز المركزي من السلسلة الثانية او الثالثة نفرض ان الليكند ضاغط باعتبار كل الليكندات ضاغطة عليها اما اذا كان الفلز المركزي من عناصر السلسلة الاولى نحل باحتمالين احتمال ضاغط واحتمال غير ضاغط

❖ **مثال 5 – 5** | لنفرض ان الكوبلت (II) المعقد $[Co(L)_4]^{+2}$ حيث ان L يمثل ليكند احادي المخلب اكتب تهجين المعقد ثم جد الزخم المغناطيسي

✓ **الحل** || بما ان الليكند مجهول والفلز المركزي من السلسلة الاولى نحل باحتمالين ضاغط وغير ضاغط

$[CoL_4]^{+2}$

$[Co_{27}]$: $[Ar_{18}]$ $3d^7$ $4S^2$ $4P^0$

3d					4S	4P		
1⇂	1⇂	1	1	1	1⇂			

$[Co^{+2}_{25}]$: $[Ar_{18}]$ $3d^7$ $4S^0$ $4P^0$

3d					4S	4P		
1⇂	1⇂	1	1	1				

١- غير ضاغط

$[CoL_4]^{+2}$ $3d^7$ $4S^0$ $4P^0$

3d					4S	4P		
1⇂	1⇂	1	1	1	:	:	:	:
					↑ L	↑ L	↑ L	↑ L

➢ التهجين SP^3

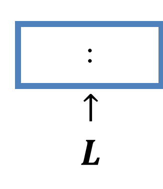
➢ $\mu = \sqrt{e^2 + 2e} \Rightarrow \mu = \sqrt{(3)^2 + 2(3)}$

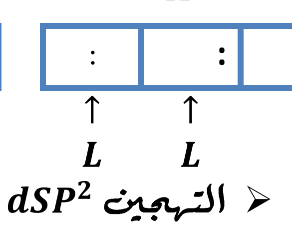
$\mu = \sqrt{9 + 6} \Rightarrow \mu = \sqrt{15} = 3.87 \quad B.M$

٢- ضاغط

$[CoL_4]^{+2}$ $3d^7$ $4S^0$ $4P^0$

3d					4S	4P		
1⇂	1⇂	1⇂	1	:	:	:	:	
				↑ L	↑ L	↑ L	↑ L	





➢ التهجين dSP^2

➢ $\mu = \sqrt{e^2 + 2e} \Rightarrow \mu = \sqrt{(1)^2 + 2(1)}$

$\mu = \sqrt{1 + 2} \Rightarrow \mu = \sqrt{3} = 1.73 \quad B.M$

❖ **سؤال 5 – 11** | لنفرض ان النيكل (II) في المعقد الايوني $[NiL_4]^{-2}$ الليكند (L) احادي المخلب جد

١- شحنة الليكند

٢- التهجين للذره المركزية في المعقد الايوني

٣- الزخم المغناطيسي μ

✓ **الحل** || بما ان الليكند مجهول (L) والفلز المركزي من السلسلة الاولى نحل باحتمالين احتمال ضاغط واحتمال غير ضاغط

١- شحنة الليكند

- $[NiL_4]^{-2}$

$$+2 + L * 4 = -2$$

$$4L = -2 - 2 \Rightarrow 4L = -4 \Rightarrow L = \frac{-4}{4} = -1$$

$\therefore L^{-1}$

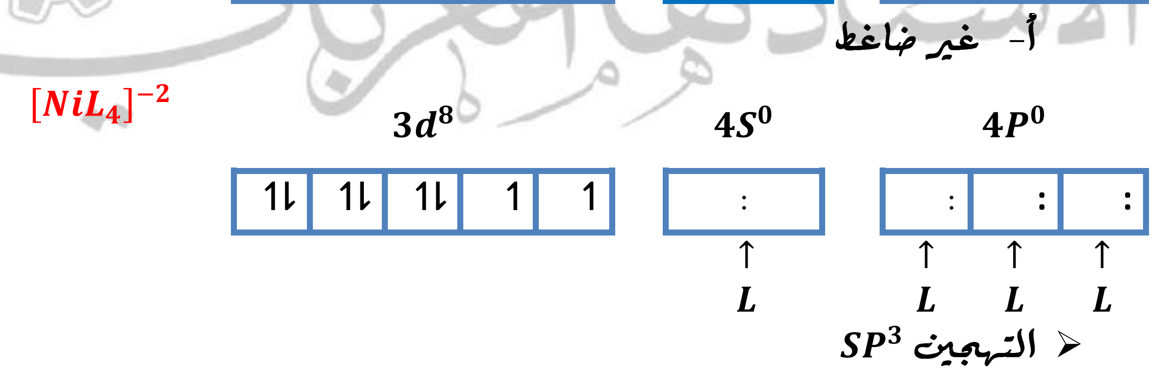
- $[NiL_4]^{-2}$

		$3d^8$					$4S^2$	$4P^0$		
$[Ni_{28}]$	$:[Ar_{18}]$	1⇂	1⇂	1⇂	1	1	1⇂			

		$3d^8$					$4S^0$	$4P^0$		
$[Ni^{+2}_{26}]$	$:[Ar_{18}]$	1⇂	1⇂	1⇂	1	1				

أ- غير ضاغط

- $[NiL_4]^{-2}$



➢ التهجين SP^3

➢ $\mu = \sqrt{e^2 + 2e} \Rightarrow \mu = \sqrt{(2)^2 + 2(2)}$

$\mu = \sqrt{4 + 4} \Rightarrow \mu = \sqrt{8} = 2.82 \quad B.M$

ب- ضاغط

$[NiL_4]^{-2}$	$3d^8$					$4S^0$	$4P^0$		
	1⇂	1⇂	1⇂	1⇂	:	:	:	:	
					↑ L	↑ L	↑ L	↑ L	

التهجين dSP^2

$\mu = \sqrt{e^2 + 2e} = \mu = \sqrt{(0)^2 + (2 * 0)} = 0$

5 – 8 | الاعداد التناسقية و الاشكال الهندسية المتوقعة

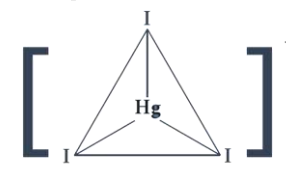
كما عرفنا ان العدد التناسقي هو عدد الليكندات مضروبه في عدد المخالب وان لهذا العدد علاقة بالشكل الهندسي المتوقع للمعقد التناسقي تتراوح قيم الاعداد التناسقية من 2 الى 9 واكثرها شيوعاً هي 4 و 6 و ستنطرق الى الاعداد التناسقية 4,3,2

١- العدد التناسقي 2 : يعد هذا العدد نادر والمعقد $[Ag(NH_3)_2]^{+1}$ من احسن الامثل عليه

- ويكون هذا العدد ذا شكل خطي مستقيم مثل
- $[AgCl_2]^{-1}$ $,Cl-Ag-Cl$ $[Ag(CN)_2]^{-1}$ $CN-Ag-CN$

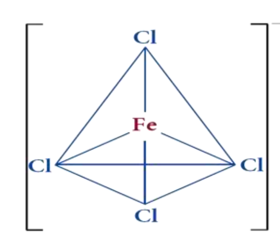
٢- العدد التناسقي 3 : المعقدات التي تمتلك عدد تناسقي 3 نادره ايضا

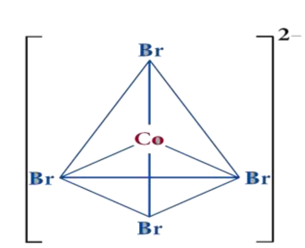
- ويعد الايون المعقد السالب $[HgI_3]^-$ والشكل هو المتوقع



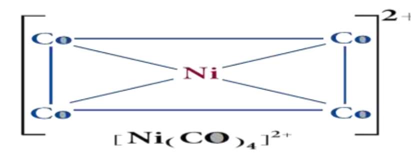
٣- العدد التناسقي 4 : يعد من اكثر الاعداد التناسقية شيوعاً ويكون لهذا النوع اهمية كبيره في المركبات التناسقية

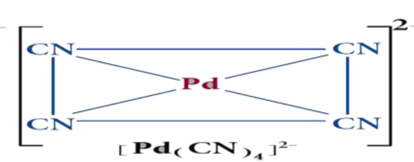
- ويكون الشكل المتوقع اما رباعي الاوجه تنتظم مثل $[FeCl_4]^-$, $[CoBr_4]^{-2}$

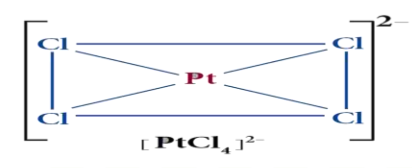




- او مربع مستوي مثل $[Ni(CO)_4]^{+2}$, $[Pd(CN)_4]^{-2}$, $[PtCl_4]^{-2}$







❖ سؤال 5 – 7 || اختر الاجابة الصحيحة في كل مما يأتي :

١- ان العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للكروم في الايون المعقد $[Cr(H_2O)_4Cl_2]^+$ هو :

أ – 3   ب- 1   ج- 6   د - 5

٢- ان العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للبلاتين في الايون المعقد $[Pt(C_2H_4)Cl_3]^-$ هو :

أ – 1   ب- 2   ج- 3   د - 4

٣- ان الصيغة التركيبية للمركب (ثنائي كلورو بس يوريا نحاس (III)

أ – $[Cu\{(NH_2)_2CO_2\}_2]Cl_2$

ب – $[Cu\{(NH_2)_2CO\}Cl]Cl$

ج – $[CuCl_2\{(NH_2)_2CO\}_2]$

د – جميع الاجابات السابقة خطأ

٤- ان اسم المركب $[Pt\,(NH_3)_3Br(NO_2)Cl]Cl$ على وفق نظام الـ IUPAC هو :

أ- كلوريد ثلاثي امين كلورو برومور نايترو بلاتين IV

ب- كلوريد ثلاثي امين كلورو برومو نايترو كورو بلاتين (IV)

ج- كلوريد ثلاثي امين برومو كلورو نايترو بلاتين (IV)

د- كلوريد ثلاثي امين نايترو كلورو برومو بلاتين (IV)

٥- العدد التناسقي للمعقد $[AuCl_2]^{-1}$ هو

أ- 2

ب- 3

ج- 4

د- 6

٦- احد الليكندات الاتية سداسي المخلب

أ- en

ب- dmg

ج- EDTA

د- $[(NH_2)_2CO]$

٧- الذرة المركزية في المعقدات التناسقية تصنف

أ- قاعدة لويس

ب- حامض لويس

ج- قاعدة برونشتد

د- حامض برونشتد

٨- المعقد الايوني $[Ni(H_2O)_4]^{+2}$ حيث (Ni=28) شكله الهندسي

أ- خطي

ب- مثلث مستوي

ج- مربع مستوي

د- رباعي الاوجه منتظم

حل اسئلة الفصل الخامس

السؤال	رقم الصفحة بالملزمة	السؤال	رقم الصفحة بالملزمة
س١	موجود ص (١٥)	س٨	موجود ص (٢٣)
س٢	موجود ص (٢)	س٩	موجود ص (٢٧)
س٣	موجود ص (٣)	س١٠	جميع التعاريف موجودة بالملزمة
س٤	موجود ص (٤)	س١١	موجود ص (٢٩)
س٥	موجود ص (١١)		
س٦	موجود ص (١٤)		
س٧	موجود ص (٣١)		

الأسئلة الوزارية الخاصه بالفصل الخامس سنة ٢٠١٧

تمهيدي 2017

- عرف عدد التناسق
- اكتب الصيغة التركيبية للمعقدات ١- سداسي سيانو فيرات II الكالسيوم
  ٢- رباعي كاربونيل نيكل (0)
- سؤال 5- 8

دور اول 2017

- ماهو الليكند ؟ وما الفرق بين ليكند احادي المخلب واخر ثنائي المخلب
- علل | يمتلك المعقد التناسقي $[Ni(CN)_4]^{-2}$ صفات دايا مغناطيسية حسب VBT
- عرف الملح المزدوج
- فراغ | | الصيغة التركيب للمركب كبريتات سداسي اكوا حديد II هي ....

دور ثاني 2017

- مثال 1-5
- سؤال 5-8
- فراغ | | الصيغة الكيميائية للمركب التناسقي سداسي سيانو فيرات II الكالسيوم هي ....

دور ثالث 2017

- مالتكافؤ الاولي والثانوي للكروم في المركب
  $[Cr(NH_3)_6]Cl_3$ وما اسم المركب التناسقي
- اعتمادا على نظرية VBT ماهو نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية
  للمعقد $Pd = 46$ $[Pd(CN)_4]^{-2}$

تمهيدي 2018

- علل لايصنف المركب $FeSO_4(NH_4)_2SO_4$ كمعقد تناسقي
- اعتمادا على نظرية VBT ماهو نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية
  للمعقد $[ZnCl_2(NH_3)_2]$
- سم المعقد الاتي $[Fe(H_2O)_6]SO_4$

بعض النصائح المهمه حول الفصل السادس (الكيمياء التحليلية)

المسائل التي دائما تتكرر في الوزاري في هذا الفصل هي

١- سؤال على التحليل الوصفي (فراغ)
٢- مسئلة من مسائل التحليل الوزني
٣- مسئلة من مسائل التحليل الحجمي

حتى تظبط التحليل الوصفي لازم تحفظ جدول الايونات الموجبة صفحة (٣) وحتى تظبط مسائل التحليل الوزني يوجد ٣ خطوات بسيطة لحل جميع المسائل
اما التحليل الحجمي اهم شي لازم تفتهم الايتا شلون تستخرجه والباقي سهل لأن موجودة ملاحظات وخطوات لحل اي مسئلة من مسائل التحليل الحجمي

ملخص الفصل السادس

تقسم مواضيع الفصل السادس الى

١- التحليل الوصفي : يتكلم عن الايونات الموجبة والعوامل المرسبة لها وكيفية فصل الايونات

٢- التحليل الوزني : يدرس كيفية حساب العامل الوزني وحساب كتلة النموذج ونسبته المئوية

٣- التحليل الحجمي : هو النوع الاكثر تعقيدا في الفصل لكن ان شاء الله ستجد ملاحظات كافية و وافية للسيطرة على هذا الموضوع (حيث قسمت مسائلة الى ثلاثة اقسام وكل قسم له طريقة حل وملاحظات)

امن اشونة ينخطف ياناس نوعي	وعود اصلي فلاتقليد نوعـــي	المهم الي على التحليل نوعي
الايون الموجب وعامــــل مرسب	واذا ماتحفظهن احجي ومره اسب	اذا نيتك ترد ناجح مراســــب
بدربك اظبط التحليل وزنــــــي	ولاتحجي على الشيطان وزنـي	السادس ضعفاني ونقص وزنــي
وحتى من القهر زغران حجمـي	حجامة الاسئلة اشمابيج حجمي	اويلي شلون بالتحليل حجمي
بلــوه وبي انـــا كلبي بليتـــا	وقاسي هواي عبالك بيلتـــا	تالي اشلون ياعالم بالايتـــا
اكتلتني وعذبتني خوش كتلـــه	وعلى كلبي الحزن مصفوف كتله	احسب التركيز اذا المطلوب كتله
لان ماتطلع الكتلة ابدون تركيـز	وركز من تحل بس خوش تركيـز	الكتلة تنحسب من تحسب التركيز

وراهــــه تحســـب النسبـــــة المئويـــة

الفصل السادس الكيمياء التحليلية

➢ 6 – 1 | مقدمة

لعمليات التحليل الكيميائي تطبيقات واسعه في مجالات مختلفة صناعية وكيميائية وبايلوجية و جيلوجية ومجالات علمية اخرى مثل دراسة تلوث الهواء والمعرفة الدقيقة لمحتوى دم الانسان من كمية الكالسيوم المتأين ضرورية لتشخيص الاصابة بمرض الغده الدرقية المفرط وفي مجالات الصناعة حيث يمكن التحكم في السيطرة على مواصفات الحديد المنتج من حيث القوة والصلابة وقابليته على مقاومة التآكل بواسطة التحليل الكمي وهناك امثلة اخرى لأهمية التحليل الكيميائي في مجالات الحياة المختلفة

➢ 6 – 2 | طرائق التحليل الوصفي (النوعي)

هي عملية تهدف لمعرفة هوية مكون واحد او اكثر من مكونات المادة او مزيج من المواد او المحاليل ومعرفة الاسلوب الذي ترتبط به هذه المكونات بعضها مع البعض الاخر.

- تتم عملية تشخيص المادة المراد تحليلها من خلال تحويلها بمساعدة مادة تدعى الكاشف الى مركب جديد ذو خواص معروفه ومميزه
- يمكن اجراء عملية تحليل وصفي لمجموعة الأيونات الموجبة الاكثر شيوعاً

➢ حيث تتضمن عملية لتحليل هذه خطوتين .

١- فصل الايونات بعضها عن الاخر

٢- الكشف عن كل ايون من خلال اجراء تفاعلات كيميائية معروفة

تقسم الايونات الموجبة الاكثر شيوعاً

الى خمس مجاميع وتمتاز كل مجموعة بأن لها عامل مرسب معين

المجموعة	العامل المرسب للمجموعة	ايونات المجموعة	صيغة الراسب
الأولى I	حامض HCl المخفف	$Pb^{+2}, Ag^{+1}, Hg_2^{+2}$	$PbCl_2$ $AgCl$ Hg_2Cl_2
ويمكن حفظها بجملة (بيبي اجه حجي) Pb Ag Hg			
الثانية II	H_2S بوجود HCl المخفف	Pb^{+2} Hg^{+2} Bi^{+3} Sn^{+2} Cu^{+2} As^{+3} Cd^{+2} Sb^{+3}	PbS HgS Bi_2S_3 SnS CuS As_2S_3 CdS Sb_2S_3
ويمكن حفظها بالجملة (بيبي حجي بي سن سوس كد صبه) Pb Hg Bi Sn Cu As Cd Sb			
الثالثة A III	هيدروكسيد الامونيوم مع كلوريد الامونيوم NH_4Cl, NH_4OH	Al^{+3} Fe^{+3} Cr^{+3}	$Al(OH)_3$ $Fe(OH)_3$ $Cr(OH)_3$
ويمكن حفظها بجملة (الفكر) Al Fe Cr			
الثالثة B III	H_2S بوجود NH_4OH , NH_4Cl	Mn^{+2} Co^{+2} Ni^{+2} Zn^{+2}	MnS CoS NiS ZnS
ويمكن حفظها بجملة (من كوني زين) Mn Co Ni Zn			
الرابعة IV	$(NH_4)_2CO_3$ بوجود NH_4Cl , NH_4OH	Ca^{+2} Sr^{+2} Ba^{+2}	$CaCO_3$ $SrCO_3$ $BaCO_3$
ويمكن حفظها بجملة (كاسربا) Ca Sr Ba			
الخامسة V	تبقى في المحلول	K^+ Na^+ NH_4^+ Mg^{+2}	
ويمكن حفظها بجملة (كنا نخفر مغنسيوم) K Na NH_4 Mg			

➢ سؤال 6 – 3 | كيف يمكن الفصل بين الايونات الموجبة الاكثر شيوعاً ؟

- الجواب || يمكن فصل ايونات هذه المجموعات بالترتيب (بالتسلسل)

ابتداء من المجموعة الاولى الى المجموعة الرابعة حيث

١- يضاف محلول حامض الهيدروكلوريك ليرسب ايونات المجموعة الاولى على هيئة كلوريدات ثم تفصل بالترشيح

٢- يمرر غاز H_2S على الراشح ليرسب ايونات المجموعة الثانية على هيئة كبريتيدات وتفصل بالترشيح

٣- أ - يضاف محلول كلوريد الامونيوم وهيدروكسيد الامونيوم:

ليرسب ايونات المجموعة الثالثة A على هيئة هيدروكسيدات ثم تفصل بالترشيح

ب - يضاف كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود NH_4OH , NH_4Cl

ليرسب ايونات المجموعة الثالثة B على هيئة كبريتدات ثم تفصل بالترشيح .

٤- يضاف محلول كاربونات الامونيوم بوجود NH_4OH , NH_4Cl

ليرسب ايونات المجموعة الرابعة على هيئة كاربونات ثم تفصل بالترشيح

٥- الراشح المتبقي هو عباره عن ايونات المجموعة الخامسة حيث تبقى ذائبة في المحلول بدون ترسيب

- تجربة عملية لفصل وتحليل ايونات المجموعة الاولى

- يمكن الكشف عن ايونات المجموعة الاولى (الكشف عن كل ايون)
- وذلك بترسيبها على هيئة كلوريدات ثم يتم الكشف وفق الاسس الاتية :

١- يذوب راسب $PbCl_2$ في الماء المغلي بينما لا يتأثر راسب $AgCl$, Hg_2Cl_2 ويتم ازالته بالفصل بالترشيح ويتم الكشف عن الرصاص بإضافة كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 ليكون راسب اصفر من كرومات الرصاص $PbCrO_4$

$$PbCl_2 + K_2CrO_4 \longrightarrow PbCrO_4 \text{ راسب اصفر } \downarrow + 2KCl$$

٢- يضاف محلول الامونيا المخفف الى الراسب المتبقي $AgCl$, Hg_2Cl_2 بعد فصل $PbCl_2$ حيث يذوب $AgCl$ في محلول الامونيا المخفف لينتج مركب كلوريد الفضة الامونياكي $[Ag(NH_3)_2]Cl$ ويمكن التأكد من وجود الفضة يضاف حامض النتريك المخفف ليعطي راسب ابيض او اضافة يوديد البوتاسيوم KI ليعطي راسب اصفر وكما يلي .

$AgCl + 2NH_3 \rightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl$

$[Ag(NH_3)2\ ]Cl + 2HNO_3 \rightarrow AgCl$ راسب ابيض $+ 2NH_4NO_3$

$[Ag(NH_3)_2]Cl + KI \rightarrow AgI$ راسب اصفر $\downarrow + KCl + 2NH_3$

- بينما يتفاعل كلوريد الزئبق Hg_2Cl_2 مع محلول الامونيا المضاف ليتحول الى مزيج غير ذائب ذي لون اسود دلالة على وجود الزئبق
- وحسب المعادلة الاتية

$Hg_2Cl_2 + 2NH_3 \rightarrow Hg(NH_2\ )Cl$ راسب ابيض $\downarrow + Hg$ راسب اسود $\downarrow + NH_4Cl$

- ثم يضاف الماء الملكي (مزيج مكون من $(3HCl + HNO_3)$ الية لتحويله الى ملح ذائب $HgCl_2$ ثم يتم الكشف عن وجود الزئبق بإضافة محلول كلوريد القصدير II $(SnCl_2)$ الذي يحول المحلول الى راسب ابيض ثم يتحول بالتدريج الى راسب اسود حسب المعادلتين

$2HgCl_2 + SnCl_2 \rightarrow SnCl_4 + Hg_2Cl_2$ راسب ابيض $\downarrow$

$Hg_2Cl_2 + SnCl_2 \rightarrow SnCl_4 + 2Hg$ راسب اسود) $\downarrow$

➢ **ملاحظة** | عند حل الاسئلة الخاصة بفصل الايونات الموجبة نقوم بتحديد الايونات من اي مجموعة ثم نقوم بإضافة العامل المرسب لكل ايون حسب مجموعته بالتسلسل (اما ايونات المجموعة الخامسة) فأنها تبقى ذائبة في المحلول ،

➢ **تمرين 6 – 1** | اكمل المعادلات الاتية :

- $Hg_2^{+2} + 2HCl_{\text{مخفف}} \rightarrow Hg_2Cl_2 + 2H^+$
- $2Bi^{+3} + 3H_2S \xrightarrow[\text{مخفف}]{HCl} Bi_2S_3 + 6H^+$
- $Al^{+3} + 3NH_4OH \xrightarrow{NH_4Cl} Al(OH)_3 + 3NH_4^+$
- $Mn^{+2} + H_2S \xrightarrow[NH_4Cl]{NH_4OH} MnS + 2H^+$

➢ **علل** | يصنف ايون الرصاص Pb^{+2} ضمن المجموعة الاولى والثانية؟

➢ **الجواب** | وذلك لأن ذوبانية كلوريد الرصاص $PbCl_2$ عالية ممايؤدي الى عدم ترسب Pb^{+2} بشكل تام لذلك يبقى في المجوعه الثانية

➢ **مثال 6 – 1** | كيف يمكن الفصل بين ايونات الفضة والكادميوم والحديد (III)

✓ **الحل** || نحدد الايونات حسب المجموعات ونضيف العوامل المرسب لكل مجموعة بالتسلسل

بما ان أيون الفضة Ag^{+} ضمن المجموعة الاولى والكادميوم ضمن المجموعة الثانية والحديد ضمن المجموعة الثالثة A لذلك يمكن الفصل بالأضافة النظامية للعوامل المرسبة لهذه الجاميع وكالاتي :

١- يضاف العامل المرسب للمجموعة الاولى (حامض HCl) ليرسب ايون الفضة على هيئة $AgCl$ بينما ايونات الكادميوم والحديد تبقى ذائبة في المحلول ويفصل عنهم بالترشيح

٢- يمرر (غاز H_2S) الى المحلول ليرسب ايون الكادميوم على هيئة كبريتيد الكادميوم CdS ويفصل عن المحلول بالترشيح

٣- يضاف العامل المرسب محلول هيدروكسيد الامونيوم وكلوريد الامونيوم الى المحلول الحديد المتبقي وحده بعد فصل الايونات عنه ليرسب الحديد على هيئة هيدروكسيد الحديد $Fe(OH)_3$

➢ **سؤال 6 – 4** | عدد الايونات الموجبة المصنفة من المجموعة الثانية مع ذكر العامل المرسب لها ثم بين كيف يمكن فصل ايون النحاس عن ايون الحديديك عند وجودهما في نفس المحلول

✓ **الحل** || ايونات المجموعة الثانية هي :

Pb^{+2} Hg^{+2} Bi^{+3} Sn^{+2} Cu^{+2} As^{+3} Cd^{+2} Sb^{+3}

- العامل المرسب لها هو غاز كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود HCl المخفف حيث يرسبها على هيئة كبريتيدات
- ويمكن الفصل بين ايون النحاس وايون الحديديك بإمرار غاز H_2S بوجود HCl المخفف على المحلول ليرسب ايون النحاس على هيئة كبريتيد النحاس CuS بينما يضاف العامل المرسب NH_4OH بوجود NH_4Cl ليرسب Fe^{+3} على هيئة $Al(OH)_3$ ثم يفصل بالترشيح

➢ سؤال 6 – 5 | اكمل التفاعلات الاتي مع ذكر صفات النواتج في كل ما يأتي :

- $PbCl_2 \xrightarrow[\text{ماء مغلي}]{K_2CrO_4} PbCrO_4$ راسب اصفر $\downarrow + 2KCl$
- $AgCl \xrightarrow{NH_3} [Ag(NH_3)_2]Cl \xrightarrow{HNO_3} AgCl$ راسب ابيض $\downarrow + 2NH_4NO_3$
- $Hg_2^{+2} \xrightarrow[\text{مخفف}]{HCl} Hg_2Cl_2 \xrightarrow{NH_3}$ ($Hg(NH_2)Cl$ راسب ابيض) $+ Hg$ راسب اسود $\downarrow + NH_4Cl \xrightarrow{\text{ماء ملكي}}$

$HgCl_2 \xrightarrow{SnCl_2} Hg_2Cl_2$ راسب ابيض $\downarrow \xrightarrow{SnCl_4} 2Hg$ راسب اسود $\downarrow$

➢ سؤال 6 – 6 | كيف يمكن الفصل بين ايوني Hg^{+2} , Hg_2^{+2} ؟

✓ الجواب || الايون Hg_2^{+2} ضمن المجموعة الاولى و الايون Hg^{+2} ضمن المجموعة الثانية يمكن الفصل بينهم بإضافة العامل المرسب HCl المخفف حيث يرسب ايون Hg_2^{+2} على هيئة Hg_2Cl_2 بينما يضاف العامل المرسب غاز H_2S بوجود HCl المخفف على الحلول ليرسب ايون أيون Hg^{+2} على هيئة HgS ويفصل بالترشيح . .

$$Hg_2^{+2} + 2HCl \rightarrow Hg_2Cl_2 + 2H^+$$

➢ 6 – 3 التحليل الكمي

هي طرائق عملية تهدف للحصول على معلومات تخص كمية المكون (المادة المراد تحليلها) في كمية معينه من النموذج .

- يتم التعبير عن التحليل الكمي بدلالة الاجزاء من المكون المراد قياسه الموجود في مائة او الف جزء او مليون جزء بدلالة كتلة او حجم المكون المراد قياسه المتواجد في حجم معين من النموذج او بدلالة الكسر المولي
- يمكن انجاز التحليل الكمي بإجراء عمليتي قياس

الاولى : قياس كمية النموذج قيد الدراسة

الثانية : قياس كمية المكون المراد قياسه في النموذج

- **يقسم التحليل الكيميائي الكمي الى قسمين**

١- التحليل الكيميائي الكمي

أ- طرائق التحليل الوزني يعتمد على قياس الكتل في عملية التحليل

ب-طرائق التحليل الحجمي : يعتمد على قياس الحجوم في عملية التحليل

٢- التحليل الالي : يعتمد على استعمال الأجهزة المتنوعة

6 – 4 التحليل الوزني

هي مجموعة من الطرائق تعتمد على قياس كتلة مادة معلومة التركيب الكيميائي تحوي المكون المراد تقديره بشكل نقي وكمي عن كتلة معلومة من العينة المراد تقديرها

- اهم طرائق التحليل الوزني

١- طرائق التطاير

٢- طريقة الترسيب

٣- طرائق الترسيب الكهربائي

٤- طرائق فيزيائية اخرى

- سندرس في هذا الفصل طرائق التطاير والترسيب فقط لأهميتها في التحليل الوزني .

❖ طرائق التطاير :

وهي طرائق تعتمد على ازاحة المكون المتطاير الموجود في العينة ويمكن عمل ذلك بعد وسائل

أ- بواسطة عملية الحرق البسيطة بدرجات حرارة عالية في الهواء

ب- معاملة العينة مع كواشف كيميائية تحول جميع اجزاء العينة الى حالة متطايرة مع ترك المكون المراد تحليلة بحالة غير متطايرة .

- وتكون على قسمين :

١- طريقة التطاير المباشرة : يتم قياس المادة المتطايرة في جو مناسب ومعرفة كتلتها

٢- طريقة التطاير الغير مباشرة : يتم قياس المادة المتطايرة في جومفتوح. حيث يمكن قياس الجزء الغير متطاير

➢ مثال || يوضح التطاير المباشر والغير مباشر

١- التطاير المباشر

- $BaCl_2.2H_2O \xrightarrow[\text{في جو مناسب}]{\text{تسخين}} BaCl_2 + 2H_2O \uparrow$

- حيث يتم قياس كمية H_2O المتطايرة في جو مناسب

٢- التطاير غير المباشر

- $BaCl_2.2H_2O \xrightarrow[\text{في الهواء}]{\text{تسخين}} BaCl_2 + 2H_2O \uparrow$

- حيث يمكن قياس كتلة المتطاير H_2O من

$$m_{\text{المتطاير}} = m_{\text{العينة}} - m_{\text{الجزء الغير متطاير}}$$

ملاحظات

١- دائما الكتل متوحده في القانون الواحد (اما الكتل بالكيلو غرام او بالغرام او بالملي غرام)

٢- هو يذكر بالسؤال مباشر او غير مباشرة واذا لم يذكر نعرف تطاير مباشر اذا اعطى كتلة المتطاير

٣- يمكن ايجاد النسبة المئوية من قانون :

$$\text{النسبة المئوية للمكون} = \frac{\text{كتلة المكون}}{\text{كتلة العينة}} * 100\%$$

٤- كتلة العينة نجدها بعد كلمة (حرق او تحليل او معاملة)

٥- المكون هو المجهول دائماً

٦- المتطاير هو H_2O او CO_2

- **القوانين المستخدمة :**

١- قانون التطاير المباشر

$$m_{مجهول} = m_{\text{المتطاير معلوم}} * \frac{M_{(g/mol)مجهول}}{M_{(g/mol)\ معلوم}}$$

٢- قانون التطاير الغير مباشر

$$m_{المتطاير} = m_{\text{العينة قبل الحرق}} - m_{\text{الجزء الغير متطاير بعد الحرق}}$$

٣- % للمكون = $\frac{m_{مكون}}{m_{العينة}} * 100\%$

خطوات حل مسائل التطاير

- ١- تحديد نوع التطاير (هو يذكر في السؤال تطاير مباشر ام غير مباشر)
(واذا لم يذكر فأن كلمة حرق تعني تطاير مباشر ويعطي كتلة المتطاير)
- ٢- نطبق القانون :

أ- اذا كان التطاير مباشر

$$m_{مجهول} = m_{\text{المتطاير معلوم}} * \frac{M_{(g/mol)مجهول}}{M_{(g/mol)\ معلوم}}$$

- هنا يكون المجهول عنصر من ضمن المعلوم
- ثم نجد النسبة المئوية من قانون

$$\%\ المكون_{مجهول} = \frac{m_{مجهول}}{m_{العينة}} * 100\%$$

ب- اذا كان التطاير غير مباشر

$$m_{المتطاير} = m_{\text{العينة قبل التسخين}} - m_{\text{العينة بعد تسخين}}$$

ثم نجد النسبة المئوية

$$\%\ المكون_{المتطاير} = \frac{m_{المتطاير}}{m_{العينة}} * 100\%$$

➢ مثال 6 – 2 | تم تحليل عينة كتلتها $1.451\ g$ من ملح كلوريد الباريوم المائي النقي $BaCl_2 .2H_2O$ لمعرفة النسبة المئوية لماء التبلور فيها وذلك باتباع طريقة التطاير غير المباشرة تم تسخين العينة لمدة كافية عند درجة حرارة $125\ ℃$ وبعد التبريد في محيط جاف وجد ان كتلة الجزء الغير متطاير كانت تساوي $1.236\ g$ احسب النسبة المئوية لماء التبلور في العينة

✓ الحل || هنا هو ذكر طريقة التطاير الغير مباشرة لذا نستخدم القانون

- $m_{\text{التطاير}} = m_{\text{العينة قبل التسخين}} - m_{\text{العينة بعد تسخين}}$

$m_{H_2O} = m_{BaCl_2 .2H_2O} - m_{BaCl_2}$

$m_{H_2O} = 1.451 - 1.236 = 0.215$

- $\%H_2O = \frac{m_{H_2O}}{m_{BaCl_2 .2H_2O}} * 100\%$

$\%H_2O = \frac{0.215\ g}{1.451\ g} * 100\% = 14.81\ \%$

➢ مثال 6 – 3 | تم تحليل مركب عضوي لمعرفة النسبة المئوية للكاربون فيه بطريقة التطاير المباشرة فبعد حرق $15.24\ mg$ من المركب بوجود الاوكسجين وامتصاص غاز CO_2 في وسط مناسب وجد ان كتلة CO_2 تساوي $22.36\ mg$ احسب النسبة المئوية لعنصر الكاربون في المركب ؟

علما ان $M_{(g/mol)}$ معلوم

✓ الحل | ذكر لنا في السؤال طريقة تطاير مباشرة لذلك نستخدم القانون

- $m_{\text{مجهول}} = m_{\text{التطاير معلوم}} * \frac{M_{(g/mol)\text{مجهول}}}{M_{(g/mol)\text{معلوم}}}$
- $m_C = m_{CO_2} * \frac{M_C}{M_{CO_2}}$

$m_C = 22.36\ mg * \frac{12\ \ g/mol}{44\ \ g/mol}$

$m_C = 6.1\ mg$

- $\%\ C\ \text{مجهول} = \frac{m_{\text{مجهول}}}{m_{\text{العينة}}} * 100\%$

$\%\ C = \frac{m_C}{m_{\text{العينة المركب}}} * 100\% \quad \Rightarrow \quad \%C = \frac{6.1\ mg}{15.24mg} * 100 = 40\%$

➢ تمرين 6 – 2 | تم تحليل سبيكة النيكروم وزنياً بطريقة التطاير وذلك بحرق $1.4\ g$ منها بوجود الاوكسجين وقد وجد ان كتلة غاز ثنائي اوكسيد الكاربون المتحرر الذي تم جمعه بعد انتهاء عملية الحرق كانت تساوي $2.2\ mg$ احسب النسبة المئوية لعنصر الكاربون ؟

✓ الحل || هنا لم يذكر طريقة التطاير لكنه اعطى كتلة المتطاير يعني تطاير مباشر

- $m_C = m_{CO_2} * \frac{M_C}{M_{CO_2}}$

  $m_C = 2.2\ mg * \frac{12\ \ g/mol}{44\ \ g/mol}$

  $m_C = 0.6\ mg$
- نلاحظ هنا وحدات الكتل غير متوحدة لذلك نوحد الوحدات
- $m_C = \frac{(0.6\ mg\ )}{1000\ mg/g} = 0.0006\ g$
- $\%\ C$ مجهول $= \frac{m_{\text{مجهول}}}{m_{\text{العينة}}} * 100\%$

  $\%\ C\ = \frac{m_C}{m_{\text{العينة المركب}}} * 100\%$

  $\%C = \frac{0.0006\ g}{1.4\ g} * 100 = 0.043\ \%$

➢ سؤال 6 – 9 | عند حرق $5.7\ mg$ من مركب عضوي نتج $14.4\ mg$ من غاز ثنائي اوكسيد الكاربون و $2.5\ mg$ من بخار الماء .
احسب النسبة المئوية للكاربون و الهيدروجين في المركب .

✓ الحل || لم يذكر طريقة التطاير ولكنه اعطى كتلة المتطاير يعني تطاير مباشر

$M_C = 12 \qquad M_{CO_2} = 12 + 16 * 2 = 44$

- $m_C = m_{CO_2} * \frac{M_C}{M_{CO_2}}$

  $m_C = 14.4\ mg * \frac{12\ \ g/mol}{44\ \ g/mol}$

  $m_C = 3.927\ mg$

- $\% C = \frac{m_C}{m_{العينة}} * 100\%$

$$\%C = \frac{3.927mg}{5.7\ mg} * 100 = 68.9\ \%$$

- $\% H$

$M_H = 2$ في الماء لكن $M_H = 1$

$$M_{H_2O} = 1 * 2 + 16 * 1 = 18$$

- $m_H = m_{H_2O} * \frac{M_H}{M_{H_2O}}$

$$m_H = 2.5\ mg * \frac{2\ \ g/mol}{18\ \ g/mol}$$

$$m_H = 0.277\ mg$$

- $\% H = \frac{m_H}{m_{العينة}} * 100\%$

$$\%C = \frac{0.277\ mg}{5.7\ mg} * 100 = 4.9\ \%$$

طريقة الترسيب

- هي مجموعة من طرائق التحليل الوزني المعتمدة على على تحويل المكون المراد تقديره الى مركب نقي ومستقر كيميائياً ذو صيغة معلومة الوزن

- وتعمد الحسابات هنا على قوانين النسبة والتناسب المعتمدة اساسا على المعادلة الكيميائية الموزونه للتفاعل (او مجموعة التفاعلات)

القوانين الخاصة بطريقة الترسيب (خطوات الحل)

١) ايجاد المعامل الوزني

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{g/mol}\ \text{للمكون}}{M_{g/mol}\ \text{للراسب}}$
- G_f = المعامل الوزني
- b , a هما عدد ذرات العنصر المشترك في المكون والراسب ما عدا O و H حيث :

a = عدد ذرات العنصر في الراسب

b = عدد ذرات العنصر في المكون

المعامل الوزني G_f : هو النسبة بين الكتلة المولية للمكون المراد تقديره الى الكتلة المولية للصيغة الوزنية (الراسب) شرط ان تحتوي كلتا الصيغتين على نفس العدد من ذرات العنصر المراد تقديره

٢) ايجاد كتلة المكون

- $m_{(g)}\ \text{للمكون} = G_f * m_g\ \text{للراسب}$

٣) ايجاد النسبة المئوية :

- $\%\ \text{للمكون} = \frac{m_g\ \text{المكون}}{m_g\ \text{العينة}} * 100\%$
- $\%\ \text{للمكون} = \frac{G_F * m_g\ \text{للراسب}}{m_g\ \text{العينة}} * 100\%$

ملاحظات

١- الكتلة قبل التسخين او قبل الحرق او قبل التحليل والمعاملة هي كتلة العينة

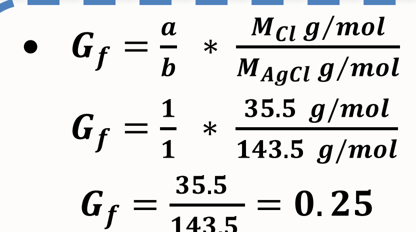
٢- المكون هو دائماً المجهول في السؤال

٣- المعامل الوزني G_f بدون وحدات

٤- الصيغة الوزنية غالباً هي صيغة الراسب

➢ مثال 6 – 4 | احسب المعامل الوزني للكلور (المكون) $(M = 35.5\ g/mol)$ في راسب كلوريد الفضة $AgCl$ (راسب) $(M = 143.5\ g/mol)$

✓ الحل || هنا طلب معامل وزني فقط الخطوة الاولى



- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Cl}\ g/mol}{M_{AgCl}\ g/mol}$

$G_f = \frac{1}{1} * \frac{35.5\ g/mol}{143.5\ g/mol}$

$G_f = \frac{35.5}{143.5} = 0.25$

➢ تمرين 6 – 3 | اكمل الجدول الاتي :

ت	المكون المراد تقديره	الصيغة الوزنية	العامل الوزني
-١	I	AgI	
-٢	Ni	$Ni(C_4H_7N_2O_2)_2$	
-٣	Fe_3O_4	Fe_2O_3	
-٤	MgI_2	AgI	
-٥	$NH_4Al(SO_4)_2$	Al_2O_3	

علماً ان الكتل المولية لكل من

$I = 127$, $Ni = 59$, $AgI = 235$, $MgI_2 = 278$, $Ni(C_4H_7N_2O_2)_2 = 289$
$Fe_3O_4 = 232$, $Fe_2O_3 = 160$, $Al_2O_3 = 102$, $NH_4Al(SO_4)_2 = 237$

✓ الحل ||

1- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_I}{M_{AgI}}$

$G_f = \frac{1}{1} * \frac{127}{235} = 0.54$

2- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Ni}}{M_{Ni(C_4H_7N_2O_2)_2}}$

$G_f = \frac{1}{1} * \frac{59}{289} = 0.204$

3- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Fe_3O_4}}{M_{Fe_2O_3}}$

$G_f = \frac{2}{3} * \frac{232}{160} = 0.967$

4- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{MgI_2}}{M_{AgI}}$

$G_f = \frac{1}{2} * \frac{278}{235} = 0.592$

5- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{NH_4Al(SO_4)_2}}{M_{Al_2O_3}}$

$G_f = \frac{2}{1} * \frac{237}{102} = 4.647$

➢ تمرين 6 – 4 | احسب العامل الوزني للحديد $M = 56\frac{g}{mol}$ في Fe_2O_3 $M = 160\ g/mol$

✓ الحل ||

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Fe}}{M_{Fe_2O_3}}$

$G_f = \frac{2}{1} * \frac{56}{160} = 0.7$

➢ مثال 6 – 5 | تم ترسيب $3.164\ g$ من اوكزالات الكالسيوم ثم تم احراقها بشكل تام ما كتلة اوكسيد الكالسيوم الناتجة من عملية احتراقها :

علماً ان $M_{CaO} = 56\ g/mol$ ، $M_{CaC_2O_4} = 128\ g/mol$

➢ الحل || نجد G_f ثم نجد الكتلة للمكون

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{CaO}}{M_{CaC_2O_4}}$

$G_f = \frac{1}{1} * \frac{56}{128} = 0.4375$

- m_g للمكون $= G_f * m_g$ للراسب

$m_{g\,CaO} = 0.4375 * 3.164\ g = 1.384\ g$

➢ تمرين 6 – 5 | تمت معاملة $120\ mg$ من مركب عضوي مع حامض النتريك ثم اضيف الى محلول النموذج الناتج كمية من نترات الفضة لترسيب محتوى المركب من الكلور كمياً على هيئة كلوريد الفضة .

احسب النسبة المئوية للكلور Cl ($M = 35.5\ g/mol$) في المركب

اذا علمت ان كتلة كلوريد الفضة المترسبة بلغت $153\ mg$

علماً ان ($M_{AgCl} = 143.5\ g/mol$)

✓ الحل || نجد العامل الوزني ثم نجد كتلة الكلور من ثم نجد نسبته المئوية

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Cl}}{M_{AgCl}}$

$G_f = \frac{1}{1} * \frac{35.5}{143.5} = 0.25$

- m_g للمكون $= G_f * m_g$ للراسب

$m_{g_{Cl}} = 0.25 * 153\ mg = 38.25\ mg$

- $\%Cl = \frac{m_{Cl}}{m_{العينة}} * 100\%$

$\%Cl = \frac{38.25\ mg}{120\ mg} * 100\%$

$\%Cl = 31.5\%$

➢ سؤال 6 – 13 | تم ترسيب محتوى الالمنيوم $(M = 27\ \ g/mol)$ في عينة على هيئة اوكسيد الالمنيوم $(M = 102\ g/mol\ )$ فوجد ان النسبة المئوية للصيغة الوزنية في العينة $16.62\ \%$ ما النسبة المئوية للألمنيوم في العينة ؟

✓ الحل ||

- $16.62\ \% = \frac{m_{Al_2O_3}}{m_{العينة}} * 100\%$

$16.62\ \% = \frac{m_{Al_2O_3}}{m_{العينة}} * 100\%$

$m_{Al_2O_3} = 0.1662\ * m_{العينة}$

١- نجد النسبة المئوية للألمنيوم

حيث نجد G_f ونجد m_g ثم النسبة المئوية

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Al}}{M_{Al_2O_3}}$

$G_f = \frac{2}{1} * \frac{27}{102} = 0.53$

- $\%Al = \frac{m_{Al}}{m_{العينة}} * 100\%$

- m_g للمكون $= G_f * m_g$ للراسب

- $\%Al = \frac{G_f * m_{g\ الراسب}}{m_{العينة}} * 100\%$

- $\%Al = \frac{0.53 * .01662 * m_{العينة}}{m_{العينة}} * 100\%$

$\%Al = 8.8\ \%$

➢ سؤال 6 – 8 | كم هو عدد غرامات يودات البوتاسيوم KIO_3 اللازمة لترسيب $1.67\ g$ من يودات الرصاص $Pb(IO_3)_2$ ؟
علماً ان $M_{KIO_3} = 214\ g/mol$ ، $M_{PbIO_3} = 557\ g/mol$

✓ الحل || نجد العامل الوزني ثم نجد كتلة يودات البوتاسيوم

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{KIO_3}}{M_{Pb(IO_3)_2}}$

  $G_f = \frac{2}{1} * \frac{214}{557} = 0.768$
- $m_{KIO_3} = G_f * m_{Pb(IO_3)_2}$

  $m_{KIO_3} = 0.768 * 1.67\ g = 1.283\ g$

➢ سؤال 6 – 31 || احسب العامل الوزني لـ $Na_5P_3O_{10}\ (M = 368\ g/mol)$ في $Mg_2P_2O_7\ (M = 222\ g/mol)$

✓ الحل ||

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Na_5P_3O_{10}}}{M_{Mg_2P_2O_7}} \rightarrow G_f = \frac{2}{3} * \frac{368}{222} = 1.11$

➢ سؤال 6 – 14 عينة غير نقية من اوكسيد الحديد المغناطيسي Fe_3O_4 كتلتها $0.25\ g$ وتم تحليلها بطريقة التحليل الوزني فتم ترسيب الحديد فيها على هيئة راسب من اوكسيد الحديد III Fe_2O_3 فوجد ان كتلته تساوي $0.155\ g$ ما النسبة المئوية لأوكسيد الحديد المغناطيسي علما ان ($M\ (Fe) = 56\ g/mol$ و $M\ (O) = 16\ g/mol$)

الحل || نجد العامل الوزني ثم كتلة اوكسيد الحديد المغناطيسي النقي ثم نجد النسبة المئوية

- $M_{Fe_3O_4} = (3 * 56) + (4 * 16) = 232\ g/mol$
- $M_{Fe_2O_3} = (2 * 56) + (3 * 16) = 160\ g/mol$
- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Fe_3O_4}}{M_{Fe_2O_3}}$

  $G_f = \frac{2}{3} * \frac{232\ g/mol}{160\ g/mol} = 0.96$
- $m_{g(Fe_3O_4)} = G_f * m_{g(Fe_2O_3)}$
- $m_{g(Fe_3O_4)} = 0.96 * 0.155 = 0.1488\ g$
- $\%(Fe_3O_4) = \frac{m_{(Fe_3O_4)}}{m_{العينة}} * 100\%$
- $\%(Fe_3O_4) = \frac{0.1488}{0.25} * 100\% = 60\%$

➢ **سؤال 6 – 17** | تم تحليل احد هاليدات الباريوم $BaX_2.2H_2O$ (حيث ان X تعني هالوجين) بطريقة وزنية بإذابة $0.266\ g$ من هذا الملح في $200\ ml$ من الماء واضافة كمية زائدة من حامض الكبريتيك H_2SO_4 لأتمام عملية ترسيب الباريوم Ba $(M = 137\ g/mol)$ على هيئة كبريتات الباريوم $BaSO_4$ $(M = 233\ g/mol)$ فأذا علمت ان كتلة الراسب الناتجة كانت تساوي $0.254\ g$ مانوع الهالوجين الذي تمثله X في ملح الباريوم

➢ **الحل** | نجد العامل الوزني ثم نجد الكتلة المولية للمركب ونجد الكتلة الذرية للعنصر

$$m_{BaX_2.2H_2OBaSO_4} = G_f * m_{BaSO_4}$$

$$0.266\ g = G_f * 0.254\ g$$

$$G_f = \frac{0.266\ g}{0.254\ g} = 1.047$$

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{BaX_2.2H_2O}}{M_{BaSO_4}}$

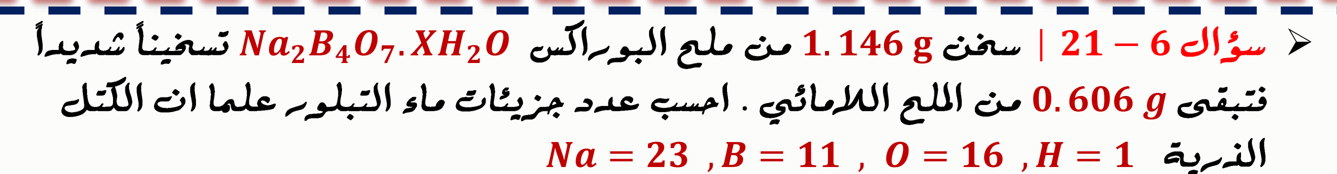
$$1.047 = \frac{1}{1} * \frac{M_{BaX_2.2H_2O}}{233}$$

- $M_{BaX_2.2H_2O} = 233 \times 1.047 = 244\ g/mol$
- $M_{BaX_2.2H_2O} = 244\ g/mol$
- $137 * 1 + 2X + 2 * 18 = 244\ g/mol$
- $137 + 2X + 36 = 244\ g/mol$
- $173 + 2X += 244\ g/mol$
- $2X = 244\ g/mol - 173 = 71$
- $X = \frac{71}{2} = 35.3$

$$X = 35.5\ g/mol$$

العنصر هو الكلور Cl=35.5

انتبة | اي مركب يكون فيه عنصر مجهول (X) ويريد معرفة كتلتة الذرية يجب نعرف الكتلة المولية للمركب الذي يحوي العنصر المجهول



➢ سؤال 6 – 21 | سخن $1.146\ g$ من ملح البوراكس $Na_2B_4O_7.XH_2O$ تسخيناً شديداً فتبقى $0.606\ g$ من الملح اللامائي . احسب عدد جزيئات ماء التبلور علما ان الكتل الذرية $Na = 23\ ,B = 11\ ,\ O = 16\ ,H = 1$

➢ الحل || نجد العامل الوزني ثم نجد الكتلة المولية للبوراكس ونحسب عدد جزيئات الماء

- $M_{Na_2B_4O_7} = (23 * 2) + (11 * 4) + (16 * 7) = 202\ g/mol$

$m_{Na_2B_4O_7.XH_2O} = G_f * m_{Na_2B_4O_7}$

$1.146\ g = G_f * 0.606\ g$

$G_f = \frac{1.146\ g}{0.606\ g} = 1.891$

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{Na_2B_4O_7.XH_2O}}{M_{Na_2B_4O_7}}$

$1.891 = \frac{1}{1} * \frac{M_{Na_2B_4O_7.XH_2O}}{202}$

- $M_{Na_2B_4O_7.XH_2O} = 1.891 * 202 = 382\ g/mol$
- $M_{Na_2B_4O_7.XH_2O} = 382\ g/mol$
- $(23 * 2) + (11 * 4) + (16 * 7) + X * 18 = 382\ g/mol$
- $202 + X * 18 = 382\ g/mol$
- $X * 18 = 382 - 202\ g/mol \Leftrightarrow 18X = 180\ g/mol$
- $X = \frac{180}{18} = 10$

➢ سؤال 6 – 24 | سخن $5.35\ g$ من هيدروكسيد عنصر ثلاثي التكافؤ تسخيناً شديداً فتفكك الى $4\ g$ من اوكسيد ذلك العنصر. مالكتلة الذرية للعنصر علما ان $O = 16\ \ ,\ H = 1$

➢ الحل || نجد العامل الوزني ثم نجد الكتلة المولية لهيدروكسيد العنصر ونحسب الكتلة الذرية للعنصر

$M_{M_2O_3} = 2M + (16 * 3) = 2M + 48\ \ g/mol$

$M_{M(OH)_3} = 2M + (16 * 3 + 1 * 3) = M + 51\ \ g/mol$

$m_{M(OH)_3} = G_f * m_{M_2O_3}$

$5.35\ g = G_f * 4\ g$

$G_f = \frac{5.35\ g}{4\ g} = 1.337$

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{M(OH)_3}}{M_{M_2O_3}}$

$1.337 = \frac{2}{1} * \frac{M+51}{2M+48}$

- $1.337 = \frac{2M+102}{2M+48}$
- $2M + 102 = 2.674M + 64.176$
- $2.674M - 2M\ = 102 - 64.176$
- $0.674M = 37.824 \Leftrightarrow M = \frac{37.824}{0.674} = 56\ g/mol$

➢ سؤال 6 – 32 | عند اذابة $0.5\ g$ من ملح غير نقي ليوديد الصوديوم NaI $(M = 150\ g/mol)$ في الماء و اضافة زيادة من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ لترسيب ايون اليوديد بشكل تام ثم الحصول على $0.744\ g$ من يوديد الفضة $(M = 235\ g/mol)$

- احسب النسبة المئوية ليوديد الصوديوم في الملح الغير نقي

✓ الحل || نجد G_f ل NaI ثم نجد كتلته ثم نجد النسبة المئوية له

- $G_f = \frac{a}{b} * \frac{M_{NaI}}{M_{AgI}}$

  $G_f = \frac{1}{1} * \frac{150}{235} = 0.638$

- $m_{NaI} = G_f * m_{AgI}$

  $m_{NaI} = 0.638 * 0.744 = 0.474\ g$

- $\%NaI = \frac{m_{NaI}}{m_{\text{العينة}}} * 100\%$

  $\%NaI = \frac{0.474}{0.5} * 100\%$

  $\%NaI = 95\%$

❖ 6 – 5 التحليل الحجمي

هو طريقة من طراق التحليل الكمي التي تعتمد على قياس الحجم الذي يستهلك من محلول لكاشف كيميائي ذي تركيز معلوم عند تفاعله مع مكون مراد تقديره ذو تركيز مجهول

- **التسحيح**

هي عملية اضافة تدريجية للمحلول القياسي من السحاحة الى المحلول المجهول في الدورق المخروطي (او بالعكس) لحين الوصول الى نقطة نهاية التفاعل ويكون الغاية منها ايجاد تركيز المحلول المجهول بدلالة تركيز المحلول القياسي عن طريق قياس الحجوم المستهلكة في العملية بدقة

- **نقطة التكافؤ**

هي نقطة نظرية يكون منها المفروض عندها ان تتكافئ كمية المادة القياسية المضافة من السحاحة مع كمية المادة المجهولة الموجودة في الدورق المخروطي (او بالعكس)

- **نقطة نهاية التفاعل**

هي نقطة ينتهي عندها التفاعل المستعمل في عملية التسحيح بين المادة القياسية والمادة المجهولة ويحدد موقعها عملياً باستخدام احد الدلائل المناسبة

- **الدليل**

هي مادة كيميائية تضاف الى محلول التسحيح ولا تشترك عادة في التفاعل بل يتغير لونها او احدى صفاتها الفيزيائية بشكل واضح عند نقطة نهاية التفاعل .

- **خطأ التسحيح**

هو مقياس لمدة الاختلاف بين مواقع نقطة التكافؤ (النظرية) ونقطة نهاية التفاعل (العملية) في عملية التسحيح .

طرائق التعبير عن تراكيز المحاليل المستعملة بالتسحيح

- التركيز المولاري M : المحلول ذو تركيز واحد مولاري هو ذلك المحلول الذي يحوي على مول واحد من المحلول

$$M_{mol/L} = \frac{m_g}{M_{g/mol} * V_L}$$

- الكتلة المكافئة : هي كتلة المادة التي تكافئ تماماً كمية ثابته من مادة اخرى و هي كمية غير ثابته وقد تتغير مع نوع التفاعل الذي تشترك فيه

η ايتا = الجزء الفعال

$$EM_{g/eq} = \frac{M_{g/mol}}{\eta}$$

- التركيز العياري (النورمالي) N : المحلول ذو التركيز واحد عياري هو ذلك المحلول الذي يحوي على مكافئ غرامي من المذاب في لتر واحد من المحلول

$$N_{eq/L} = \frac{m_g}{EM_{g/eq} * V_L}$$

- **ملاحظات مهمة :**

١- الأيتا η في تفاعلات التعادل (حامض قوي مع قاعدة قوية)

- η للحامض = عدد ذ ات H^+ المتأينة (المصروفة في التفاعل)
- η للقاعدة = عدد مجاميع OH^- المتأينة (المصروفة في التفاعل)

٢- الأيتا η في تفاعلات الاملاح :

هي عدد مولات الحامض القوي او القاعدة القوية المتفاعلة مع الملح

٣- الأيتا η في تفاعلات التأكسد والاختزال هي عدد الالكترونات المفقودة أو المكتسبة

٤- الأيتا η في تفاعلات الترسيب :

هي عدد الايونات الموجبة في تكافؤها

η = عدد الايونات الموجبة * تكافؤها

٥- الأيتا η في تفاعلات تكوين المعقدات :

هي عدد المزدوجات الالكترونية الممنوحة او المكتسبة

η = عدد جزيئات الليكند * عدد المخالب



• انتبه | مهم ان تعرف انواع التفاعلات حيث :

١- تفاعلات التعادل هو تفاعل حامض قوي مع قاعدة قوية

- $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

  $\eta = 1$ للحامض $\eta = 1$ للقاعدة

- $H_2SO_4 + 2KOH \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$

  $\eta = 2$ للحامض $\eta = 1$ للقاعدة

٢- تفاعلات الاملاح هو تفاعل ملح مع (حامض او قاعدة)

- $Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$

  $\eta = 2$

٣- تفاعلات التأكسد و الاختزال يكون هناك تغيير في اعداد التأكسد

- $5Fe^{+2} + MnO_4^- + 8H_3O^+ \rightarrow 5Fe^{+3} + Mn^{+2} + 12H_2O$

  $Fe \ \ \eta = 1$

  $MnO_4 \ \ \eta = 5$

٤- تفاعلات الترسيب يكون المركب الناتج عادة مادة صلبة (S)

- $Pb(NO_3)_2 + 2KI \rightarrow PbI_{2\,S} + 2K^+_{aq} + 2NO_3^-{}_{aq}$

  $\eta =$ عدد الايونات الموجبة * تكافؤها

  $\eta_{Pb} = 1 \times +2 = 2$

٥- تفاعلات تكوين المعقد يكون المركب الناتج معقد تناسقي

- $AgNO_3 + 2KCN \rightleftharpoons [Ag(CN)_2] + K^+ + NO_3^-$

  $\eta =$ عدد جزئيات الليكند * عدد المخالب

  $[Ag(CN)_2] \quad \eta = 2 * 1 = 2$

تقسم مسائل التحليل الحجمي الى قسمين

• **القسم الاول**

مسائل حساب N و $M_{mol/L}$ و m_g (مادة واحدة في السؤال القوانين المستخدمة

1) $N_{eq/L} = \eta_{eq/mol} * M_{mol/L}$

2) $m_g = M_{mol/L} * M_{g/mol} * V_L \Leftrightarrow M_{mol/L} = \frac{m_g}{M_{g/L} * V_L}$

3) $m_g = N_{eq/L} * EM_{g/eq} * V_L \Leftrightarrow N_{eq/L} = \frac{m_g}{EM_{g/eq} * V_L}$

➢ **مثال 6 – 6** عند استعمال حامض الكبريتيك في تفاعلات التعادل تكون قيمة $\eta = 2\ eq/mol$ احسب عيارية محلول هذا الحامض تركيزه يساوي $0.23\ mol/L$

✓ **الحل ||**

$$N_{eq/L} = \eta_{eq/mol} * M_{mol/L}$$

$$N_{eq/L} = 2\ eq/mol * 0.23\ mol/L = 0.46\ eq/L$$

ملاحظات

١) اذا طلب او اعطى مولارية M في السؤال نستخدم القانون

$$m_g = M_{mol/L} * M_{g/mol} * V_L$$

٢) اذا طلب او اعطى نورمالية N في السؤال نستخدم القانون

$$m_g = N_{eq/L} * EM_{g/eq} * V_L$$

٣) يمكن تحويل النورمالية الى مولارية او بالعكس نستخدم القانون

$$N_{eq/L} = \eta_{eq/mol} * M_{mol/L}$$

٤) يمكن تحويل الكتلة المولية الى كتلة مكافئة او العكس من القانون

$$EM = \frac{M}{\eta}$$

➢ **تمرين 6 – 6 | ما الكتلة اللازمة** من ثنائي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ $(M = 294\ g/mol)$ لتحضير محلول بحجم $2L$ وتركيز $0.12\ N$ من هذا الكاشف ليستعمل كعامل مؤكسد بحسب التفاعل التالي

$$Cr_2O_7^{-2} + 14\ H^{+} + 6Fe^{+2} \rightleftharpoons 2Cr^{+3} + 7H_2O + 6Fe^{+3}$$

✓ **الحل ||** نستخدم العلاقة $m_g = N * EM * V_L$ لذلك نحتاج الى ايجاد η ثم حساب EM

- $Cr_2O_7^{-2} \rightarrow 2Cr^{+3} + 6e^{-}$
- $\eta = 6\ eq/mol$
- $EM = \frac{M}{\eta} = \frac{294 g/mol}{6 eq/mol} = 49\ g/eq$

$m_g = N * EM * V_L$

$m_g = 0.12 * 49 * 2 = 11.76\ g$

➢ سؤال 6 – 1 | ما هي مولارية وعيارية محلول هيدروكسيد الباريوم المحضر بإذابة $9.5g$ من هذه المادة في $2L$ من المحلول المستعمل في تفاعل (حامض – قاعدة)

✓ الحل || نجد الكتلة المولية ثم نجد المولارية ونجد الايتا η ثم نجد العيارية N

- $M_{Ba(OH)_2} = 137 * 1 + 1 * 2 + 16 * 2 = 171\ g/mol$
- $m_g = M_{mol/L} * M_{g/mol} * V_L$

  $9.5\ g = M_{mol/L} * 171 * 2$
- $M_{mol/L} = \frac{9.5}{171*2} = 0.027\ M$
- $\eta =$ عدد مجاميع OH^- المتأينة

  $\eta = 2\ eq/mol$

➢ $N = \eta_{eq/mol} * M_{mol/L}$

$N = 2 * 0.027 = 0.054\ eq/L$

➢ سؤال 6 – 15 | ما هي مولارية وعيارية محلول H_2SO_4 $M = 98\ _{g/mol}$ المحضر بإذابة $4.9g$ من هذه المادة في $500ml$ من الماء المقطر

✓ الحل || نجد الكتلة المولية ثم نجد المولارية ونجد الايتا η ثم نجد العيارية N

- $m_g = M_{mol/L} * M_{g/mol} * V_L$

  $4.9\ g = M_{mol/L} * 98\ g/mol * 0.5\ L$
- $M_{mol/L} = \frac{4.5}{98 g/mol*0.5\ L} = 0.1\ M$
- $\eta =$ عدد مجاميع H^+ المتأينة

  $\eta = 2\ eq/mol$

➢ $N = \eta_{eq/mol} * M_{mol/L}$

$N = 2 * 0.1 = 0.2\ eq/L$

➢ **تمرين 6 – 7** | احسب كتلة المذاب الموجود في كل من المحاليل الاتية :

١) $350\ ml$ من $0.125M$ من نترات الفضة

٢) $250\ ml$ من $0.1\ N$ من محلول البوراكس $M = 381\ g/mol$ $Na_2B_4O_7.10H_2O$

المستعمل في التفاعل التالي

$$B_4O_7^{-2} + 2H_3O^+ + 3H_2O \rightarrow 4H_3BO_3$$

✓ **الحل ||**

١)

- $M_{AgNO_3} = 108 * 1 + 14 * 1 + 16 * 3 = 170 \frac{g}{mol}$
- $V_L = \frac{350\ ml}{1000\ \frac{ml}{L}} = 0.35\ L$
- $m_g = M_{\frac{mol}{L}} * M_{\frac{g}{mol}} * V_L$

  $m_g = 0.125 * 170 * 0.35$

  $m_g = 7.44\ g$

٢) $B_4O_7^{-2} + 2H_3O^+ + 3H_2O \rightarrow 4H_3BO_3$

- من الواضح ان التفاعل هو تفاعل حامض مع ملح لذلك :
- $\eta =$ عدد مولات الحامض

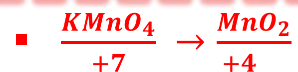
  $\eta = 2\ eq/mol$
- $EM = \frac{M}{\eta} = \frac{381}{2} = 190.5\ g/eq$
- $m_g = N * EM * V_L$

  $m_g = 0.1 * 190.5 * 0.25 \quad \Leftarrow \frac{250ml}{1000}$

  $m_g = 4.76\ g$

➢ **تمرين 6 – 8** | تستعمل برمنكنات البوتاسيوم $KMnO_4$ في تفاعلات التأكسد والاختزال فاذا تفاعلت هذه المادة في محيط متعادل كعامل مؤكسد لتنتج MnO_2 ما قيمة η لبرمنكنات البوتاسيوم وكم هي عيارية محلول هذه المادة الذي تركيزه المولاري يساوي $0.05\ M$ ؟

✓ **الحل ||**



- $\underset{+7}{KMnO_4} \rightarrow \underset{+4}{MnO_2}$
- η = عدد الالكترونات المكتسبة

  $\eta = 3\ eq/mol$
- $N = \eta_{eq/mol} * M_{mol/L}$

  $N = 3 * 0.05 = 0.15\ eq/L$

الادوات المستعملة في التحليل الحجمي

١- الدورق الحجمي : يستعمل القياس حجم المحلول بشكل دقيق اثناء عملية تحضيره

٢- السحاحة : تستعمل لقياس حجم المحلول المستهلك في عملية التسحيح بدقة

٣- الماصة : تستعمل لقياس حجم معلوم ومضبوط من المحلول

حساب نتائج التحليل الحجمي

ان الهدف من اجراء اي عملية تحليل حجمية بطريقة التسحيح هو اضافة محلول قياسي بكمية مكافئة كيميائياً للمادة المجهولة الكمية وهذا الشرط يتحقق في عملية التسحيح من الناحية النظرية بنقطة التكافؤ و النقطة العملية نقطة نهاية التفاعل .

❖ **القسم الثاني | مسائل التسحيح** (عندما يكون في السؤال مادتين او اكثر)

القوانين المستخدمة

التركيز المولاري M	التركيز النورمالي N
n مجهول = n معلوم	eq مجهول = eq معلوم
$n = \frac{m\,(g)}{M_{g/mol}}$, $n = M\,V$	$eq = \frac{m\,(g)}{EM}$, $eq = N\,V$
$\frac{M\,V_{\text{مادة مجهولة}}}{\text{عدد مولاتها في المعادلة}} = \frac{M\,V_{\text{مادة معلومة}}}{\text{عدد مولاتها في المعادلة}}$	NV مجهول = NV معلوم
$m_g = M_{mol/L} * V_L * M_{g/mol}$	$m_g = N_{eq/L} * V_L * EM_{g/eq}$

- ملاحظة || اذا اعطى في السؤال مولاري M نستخدم قانون

$$MV_{مجهول} = MV_{معلوم}$$

واذا اعطى في السؤال نورمالي N نستخدم قانون:

$$NV_{مجهول} = NV_{معلوم}$$

- الحجوم بـ ml في حال عدم وجود كتلة في السؤال اما اذا توجد كتلة الحجم ب اللتر L

➢ مثال 6 – 7 | في عملية تسحيح حامض الاوكزاليك $H_2C_2O_4$ $(M = 90\ g/mol)$ مع محلول هيدروكسيد الصوديوم تطلب تسحيح $0.1743\ g$ من عينة غير نقية لهذا الحامض اضافة $39.82\ ml$ من $0.09\ M$ من محلول القاعدة للوصول الى نقطة نهاية التفاعل .

- احسب النسبة المئوية للحامض في العينة

✓ الحل || نجد التركيز والحجم للحامض ثم نجد كتلته ثم النسبة المئوية

$$H_2C_2O_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2C_2O_4 + H_2O$$

$$V_{L_{قاعدة}} = \frac{39.82}{1000} = 0.03982\ L$$

- $\frac{MV_{حامض}}{1} = \frac{MV_{قاعدة}}{2}$
- $MV_{حامض} = \frac{0.09\ (mol/L) * 0.03982\ L}{2}$

  $MV_{حامض} = 1.79 * 10^{-3} mol$
- $m_g = M_{mol/L} * V_L * M_{g/mol}$

  $m_g = 1.79 * 10^{-3} * 90 = 0.16\ g$
- $\%_{للحامض} = \frac{m_{g\ حامض}}{m_{g\ العينة}} * 100\%$

  $\% = \frac{0.16\ g}{0.1743\ g} * 100\% = 91.8\ \%$

تمرين 6 – 9 | تم تقدير محتوى النيكل في عينة بعملية التسحيح تعتمد على التفاعل التالي :

$$Ni^{+2} + 4CN^{-} \rightarrow [Ni(CN)_4]^{-2}$$

- فاذا علمت ان $160\ mg$ من العينة قد استهلكت في تسحيح $38.3\ ml$ من محلول KCN القياسي بتركيز $0.137\ N$ للوصول الى نقطة نهاية التفاعل
- احسب النسبة المئوية لأوكسيد النيكل $(M = 165\ g/mol)$ في العينة

✓ الحل ||

$$Ni^{+2} + 4CN^{-} \rightarrow [Ni(CN)_4]^{-2}$$

- معادلة تكوين معقد

- $\eta_{Ni} = 4\ eq/mol$
  $\eta_{Ni_2O_3} = \eta_{Ni} * 2 = 8\ eq/mol$
- $EM_{Ni_2O_3} = \frac{M}{\eta} = \frac{165}{8} = 20.62\ g/eq$
- $NV_{Ni_2O_3} = NV_{KCN}$

  $NV_{Ni_2O_3} = 0.137\ eq/L * 0.0383\ L = 5.24 * 10^{-3}$
- $mg_{\ Ni_2O_3} = N * V * EM$
  $mg_{\ Ni_2O_3} = 5.24 * 10^{-3} * 20.62 = 108 * 10^{-3}\ g$
  $m_g = 108 * 10^{-3} * 1000 = 108\ mg$
- $\%\ Ni_2O_3 = \frac{m_{mg}\ Ni_2O_3}{m_{mg}\ \text{العينة}} * 100\% \Rightarrow \% = \frac{108\ mg}{160\ mg} * 100\%$

  $\% = 67.5\ \%$

➢ **تمرين 6 – 10** | تمت معايرة $0.958\ g$ من عينة تحوي حامض الخليك $M = 60\ g/mol$ بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز $0.225\ N$

- فأذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $33.6\ ml$
- احسب النسبة المئوية لحامض الخليك في العينة .

✓ **الحل** || نجد وتركيز الحامض ثم نحسب كتلته ثم النسبة المئوية له :

✓ $V_{(L)\,NaOH} = \frac{33.6\ ml}{1000} = 0.0336\ L$

✓ $NV_{CH_3COOH} = NV_{NaOH}$

$NV_{CH_3COOH} = 0.225\ eq/L * 0.0336\ L = 7.56 * 10^{-3}\ eq$

✓ $EM = \frac{M}{\eta} = \frac{60}{1} = 60\ g/eq$

✓ $mg_{\ CH_3COOH} = N * V * EM$

✓ $mg_{\ CH_3COOH} = 7.56 * 10^{-3} * 60 = 0.4536\ g$

✓ $\%\ CH_3COOH = \frac{m_{\ g}\ CH_3COOH}{m_{\ g}\ \text{العينة}} * 100\%$

$\%\ CH_3COOH = \frac{0.4536\ g}{0.958\ g} * 100\% = 47.3\ \%$

➢ سؤال 6 – 10 | ما هي مولارية محلول حامض الهيدروكلوريك ؟

➢ اذا علمت ان $36.7\ ml$ من محلول هذا الحامض تكافئ $43.2\ ml$ من محلول $0.236\ M$ هيدروكسيد الصوديوم

✓ الحل || $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

- $M_1V_{1\ \text{حامض}} = M_2V_{2\ \text{قاعدة}}$

$M_{1\ \text{حامض}} = \frac{M_2V_{2\ \text{قاعدة}}}{V_{1\ \text{حامض}}}$

$M_1 = \frac{0.236\ M * 43.2\ ml}{36.7\ ml} = 0.278\ M$

➢ سؤال اضافي | ما تركيز محلول كلوريد الصوديوم الناتج من

أ- مزج $10\ ml$ من محلول $0.15\ M$ كلوريد الصوديوم مع $10\ ml$ من الماء

ب- مزج $10ml$ من محلول $0.15\ M$ كلوريد الصوديوم مع $20\ ml$ من محلول $0.3\ M$ من كلوريد الصوديوم

✓ الحل ||

✓ أ انتبه هنا تخفيف بالماء وليس تسحيح لذا نستخدم قانون التخفيف

- $M_1V_1 = M_2V_2$
- $V_2 = V_1 + V_2$

  $V_2 = 10 + 10 = 20\ ml$
- $\underset{\text{قبل التخفيف}}{M_1V_1} = \underset{\text{بعد التخفيف}}{M_2V_2} \Rightarrow 10\ ml * 0.15 = M_2 * 20$

  $M_2 = \frac{10*0.15}{20} = 0.075\ M$

- ب انتبه هنا اضافة مادة الى مادة تشبهها يعني اي ان المادة الناتجة $n_1 + n_2 = n_3$

- $V_3 = V_1 + V_2 \Rightarrow V_3 = 10 + 20 = 30\ ml$
- $M_1V_1 + M_2V_2 = M_3V_3$
- $0.15 * 10 + 0.3 * 20 = M_3 * 30$
- $1.5 + 6 = M_3 * 30$
- $M_3 = \frac{7.5}{30} = 0.25\ M$

➢ سؤال 6 – 2 | ما حجم محلول برمنكنات البوتاسيوم الذي تركيزه $0.2\ M$ اللازم لتسحيح (تفاعل تأكسد واختزال) $40\ ml$ من محلول $0.1\ M$ كبريتات الحديد II في محيط حامض ؟ معادلة التسحيح هي :

$$10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

✓ الحل ||

- $\frac{MV_{\ FeSO_4}}{10} = \frac{MV_{\ KMnO_4}}{2}$

$\frac{0.1 * 40ml}{10} = \frac{0.2 * V_2}{2}$

$V_2 = \frac{0.1\ M * 40\ ml * 2}{0.2\ M * 10} = 4\ ml$

➢ سؤال 6 – 16 | تمت معايرة $50\ ml$ من محلول حامض HIO_3 $(M = 176\ g/mol)$ بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي تركيز $0.145\ N$ فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $45.8\ ml$ احسب :

أ- التركيز العياري للحامض HIO_3

ب-ماهي عيارية محلول الحامض نفسه عند استعماله في تقدير الحديد حسب التفاعل الاتي .

$$HIO_3 + 4FeCl_3 + 5H_3O^+ \rightarrow 4FeCl_3 + ICl_2^- + 8H_2O$$

✓ الحل ||

أ

- $N_1V_1(\ NaOH\ \ ) = N_2V_2(HIO_3\ )$
- $0.145\ N * 45.8ml = N_2 * 50\ ml$

$N_2 = \frac{0.145 * 45.8}{50} = 0.13\ N$

ب اذا طلب عيارية الحامض نفسه لكن في تفاعل مختلف نطبق القانون

- $\frac{N_1}{\eta_1}$ تفاعل الاول $=$ $\frac{N_2}{\eta_2}$ تفاعل الثاني
- $\eta =$ عدد الالكترونات المكتسبة

$\eta_{HIO_3} = 4\ eq/mol$

- $\frac{N_1}{\eta_1} = \frac{N_2}{\eta_2}$

$\frac{0.13}{1} = \frac{N}{4}$

$N = 0.13 * 4 = 0.52\ N$

➢ سؤال 6 – 12 | لمعايرة محلول $NaOH$ وايجاد تركيزه بشكل مضبوط تم تسحيح $25\ ml$ منه مع محلول حامض الكبريتيك H_2SO_4 ذو تركيز $0.08\ M$ وكان حجم المضاف من الحامض اللازم للوصول الى نقطة النهاية هو $47.1\ ml$

- احسب التركيز المولاري لمحلول هيدروكسيد الصوديوم
- ثم جد عدد غرامات $NaOH$ المذابة في $500\ ml$ من هذا المحلول .
- علماً ان $M_{NaOH} = 40\ g/mol$

✓ الحل ||

$$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

- قاعدة $\frac{M_2V_2}{2} =$ حامض $\frac{M_1V_1}{1}$

$$\frac{47.1\ ml * 0.08}{1} = \frac{M_2 * 25\ ml}{2}$$

$$M_2 = \frac{0.08 * 47.1\ ml * 2}{25\ ml} = 0.3\ M$$

- $m_g = M_{mol/L} * M_{g/mol} * V_L$

$$m_g = 0.3\ mol/L * 40\ g/mol * 0.5\ L \quad \Leftarrow \quad \frac{500ml}{1000} = 0.5\ L$$

$$m_g = 6\ g$$

➢ سؤال 6 – 19 | اذيب $4.29\ g$ من بلورات كاربونات الصوديوم المائية $Na_2CO_3.XH_2O$ في قليل من الماء المقطر ثم اكمل حجم المحلول الى $250\ ml$ فأذا علمت ان $25\ ml$ من المحلول الاخير يحتاج الى $15\ ml$ من محلول HCl عياريته $0.2\ N$ لمكافئته .ما عدد جزيئات الماء X في الصيغه الكيميائية لكاربونات الصوديوم المائية

✓ الحل || نجد عيارية كبريتات الصوديوم المائية ثم نجد كتلته المولية ثم نحسب قيمة X عدد جزيئات الماء

$$Na_2CO_3.XH_2O + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2CO_3 + XH_2O$$

- تفاعل ملح + حامض

- $\eta =$ عدد مولات الحامض

  $\eta = 2\ \ eq/mol$

- $N_1V_{1\,(HCl)} = N_2V_{2\ (Na_2CO_3.XH_2O)}$

  $0.2\ N * 15\ ml = N_2 * 25\ ml$

  $N_2 = \frac{0.2\ N * 15\ ml}{25ml} = 0.12\ N$

- $m_g = N * EM * V_L \quad \Leftarrow \quad \frac{250ml}{1000} = 0.25\ L$

  $4.29\ g = 0.12 * EM * 0.25\ L$

- $EM = \frac{4.29\ g}{0.12*0.25} = 143\ g/eq$

  $EM = \frac{M}{\eta} \Rightarrow 143\ g/eq = \frac{M_{g/mol}}{2\ eq/mol}$
- $M_{g/mol} = 143 * 2 = 286\ g/mol$

  $Na_2CO_3.XH_2O = 286\ g/mol$

  $23 * 2 + 12 * 1 + 16 * 3 + X * (1 * 2 + 16 * 1) = 286\ g/mol$
- $18X = 286 - 46 - 12 - 48$
- $18X = 180 \Rightarrow X = \frac{180}{18} = 10$

➢ سؤال 6 – 20 | اذيب $2.5\ g$ من كاربونات فلز ثنائي التكافؤ نقية MCO_3 حيث ان M تمثل فلز في $100\ ml$ من محلول حامضي تركيزه $0.6\ N$ وبعد انتهاء التفاعل بين المادتين وجد ان المحلول الناتج يحتاج الى اضافة $50\ ml$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ تركيز $0.2\ N$ لمعادلته احسب الكتلة المولية للفلز ثم حدد هويته ؟

✓ الحل || نجد EM ثم $M_{g/mol}$ لكاربونات الفلز ثم نجد الكتلة الذرية للفلز ونحدد هويته

- من السؤال نعرف ان

▪ $eq_{حامض} = eq_{قاعدة} + eq_{ملح}$

$eq_{ملح} = \frac{m\ g}{EM}$

▪ $\frac{N_1V_1}{حامض} = \frac{N_2V_2}{قاعدة} + \frac{m_g}{EM}$

$V_{L\ حامض} = \frac{100}{1000} = 0.1\ L$

$V_{L\ قاعدة} = \frac{50}{1000} = 0.05\ L$

▪ $0.6 * 0.1 = 0.2\ N * 0.05\ L + \frac{2.5\ g}{EM}$

▪ $0.06 = 0.01 + \frac{2.5\ g}{EM}$

▪ $\frac{2.5\ g}{EM} = 0.06\ N - 0.01\ eq$

  $\frac{2.5\ g}{EM} = 0.05 \Rightarrow EM = \frac{2.5\ g}{0.05\ eq} = 50\ g/eq$

▪ η = عدد الايونات الموجبة * تكافؤها

  $\eta = 1 * +2 = 2\ eq/mol$

▪ $EM = \frac{M_{g/mol}}{\eta} \Rightarrow 50\ g/eq = \frac{M_{g/mol}}{2}$

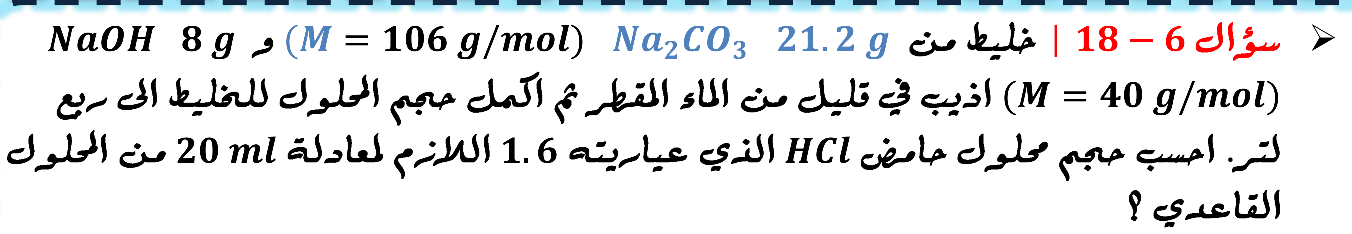
  $M_{g/mol} = 50\ g/eq * 2\ eq/mol = 100\ g/mol$

  $MCO_3 = 100$

▪ $M + 12 * 1 + 16 * 3 = 100$

  $M + 60 = 100 \Rightarrow M = 100 - 60 = 40\ g/mol$

❖ ∴ هو عنصر الكالسيوم Ca



➢ **سؤال 6 – 18** | خليط من Na_2CO_3 21.2 g $(M = 106\ g/mol)$ و $NaOH$ 8 g $(M = 40\ g/mol)$ اذيب في قليل من الماء المقطر ثم اكمل حجم المحلول للخليط الى ربع لتر. احسب حجم محلول حامض HCl الذي عياريته 1.6 اللازم لمعادلة 20 ml من المحلول القاعدي ؟

- **الحل ||** نجد EM لكل من الملح والقاعدة ثم نجد N لكل منهما ونعايرهما مع الحامض HCl و نجد حجم الحامض
- من السؤال نعرف ان

  - $eq_{\text{حامض}} = eq_{\text{قاعدة}} + eq_{\text{ملح}}$
  - $N_1V_{1\,\text{حامض}} = N_2V_{2\,\text{قاعدة}} + N_2V_{2\,\text{ملح}}$

- $EM_{\text{ملح}} = \frac{M_{g/mol}}{\eta} \Rightarrow \frac{106_{g/mol}}{2} = 53\ g/eq$
- $EM_{\text{قاعدة}} = \frac{M_{g/mol}}{\eta} \Rightarrow \frac{40_{g/mol}}{1} = 40\ g/eq$
- $N_{\text{ملح}} = \frac{m_g}{EM * V\,(L)} \Rightarrow \frac{21.2\ g}{53 * 0.25} = 1.6\ eq/L$ $\quad V_{L\ \text{قاعدة و ملح}} = \frac{1}{4} = 0.25\ L$
- $N_{\text{قاعدة}} = \frac{m_g}{EM * V\,(L)} \Rightarrow \frac{8\ g}{40 * 0.25} = 0.8\ eq/L$
- $N_1V_{1\,\text{حامض}} = N_2V_{2\,\text{قاعدة}} + N_2V_{2\,\text{ملح}}$
- $1.6 * V_1 = 0.8\ N * 20\ L + 1.6\ N * 20\ L$
- $1.6 * V_1 = 16 + 32$
- $1.6 * V_1 = 48$

$V_1 = \frac{48}{1.6} = 30\ ml$

➢ **سؤال 6 – 23** | نموذج غير نقي لأوكسيد الكالسيوم CaO كتلته 0.25 g $(M = 56\ g/mol)$ عند معايرته مع حامض HCl عياريته 0.5 N احتاج الى 17 ml للوصول الى نقطة نهاية التفاعل . احسب النسبة المئوية للمادة النقية في النموذج المستعمل؟

- **الحل ||** نجد EM لاوكسيد الكالسيوم ثم نجد كتلته بالتسحيح مع الحامض ثم نجد نسبة المئوية

  - $eq_{HCl} = eq_{CaO}$
  - $NV_{HCl} = \frac{m\,(g)}{EM}_{(CaO)}$

$eq_{(CaO)} = \frac{m\,(g)}{EM}$

- $EM_{CaO} = \frac{M_{g/mol}}{\eta} \Rightarrow \frac{56_{g/mol}}{2} = 28\ g/eq$
- $NV_{HCl} = \frac{m\,(g)}{EM}_{(CaO)} \Rightarrow 0.5 * 0.017 = \frac{m\,(g)}{28}$ $\quad V\,(L) = \frac{17}{1000} = 0.017\ ml$
- $m(g) = 0.5 * 0.017 * 28 = 0.238\ g$

$\%(CaO) = \frac{m\ g}{\text{كتلة العينة}} * 100\% \Rightarrow \%(CaO) = \frac{0.238}{0.25} * 100\% = 95.2\%$

➢ سؤال 6 – 25 | اضيف $20ml$ من محلول برمنكنات البوتاسيوم $KMnO_4$ تركيزه $0.3\ N$ الى كمية وافرة من محلول يوديد البوتاسيوم المحمض فتحررت كمية من اليود I_2 التي تم تسحيحها مع محلول ثايو كبريتات الصوديوم $Na_2S_4O_6$ $(M = 158\ g/mol)$

- حسب التفاعل التالي :

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \rightleftharpoons 2NaI + Na_2S_4O_6$$

- حيث استهلك $25\ ml$ من هذا المحلول للوصول الى نقطة نهاية التفاعل احسب :

أ – عيارية محلول $Na_2S_2O_3$

ب – عدد غرامات ثايو كبريتات الصوديوم المذابة في $1\ L$ من هذا المحلول .

✓ الحل :

أ –

✓ $N_1V_{1_{KMnO_4}} = N_2V_{2_{Na_2S_4O_3}}$

$0.3\ N * 20\ ml = N_2 * 25\ ml$

$N_2 = \frac{0.3\ N * 20\ ml}{25ml} = 0.24\ N$

ب –

✓ $\eta = 1\ eq/mol$

✓ $EM = \frac{M_{g/mol}}{\eta_{eq/mol}} = \frac{158g/mol}{1eq/mol} = 158\ g/eq$

❖ $m_g = N * V_L * EM_{g/eq}$

$m_g = 0.24\ eq/L * 1\ L * 158\ g/eq$

$m_g = 37.92\ g$

➢ سؤال 6 – 26 | ما كتلة كبريتات الباريوم $BaSO_4$ $M = 233\ g/mol$ التي تترسب تماماً عند مزج كمية كافية من محلول $BaCl_2$ $M = 208\ g/mol$ مع $100ml$ من حامض الكبريتيك $M = 98\ g/mol$

❖ علماً بأن $20\ ml$ من نفس الحامض تحتاج الى $16\ ml$ من $NaOH$ تركيزها $0.10\ M$ لمعادلته

✓ الحل || نجد تركيز حامض الكبريتيك ثم نجد عدد مولاتة ثم نعمل نسبة وتناسب بين مولات حامض الكبريتيك ومولات كبريتات الباريوم حيث نجد مولات كبريتات الباريوم ثم نجد كتلتها



$$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$$

- قاعدة $\frac{M_2V_2}{2} = $ حامض $\frac{M_1V_1}{1}$

  $\frac{M_1 * 20\,ml}{1} = \frac{(0.1 * 16\,ml)}{2}$

  $\frac{M_1 (0.1 * 16ml)}{20 * 2} = 0.04\ M$

- $n = M_{mol/L} * V_L \qquad V_{L\ H_2SO_4} = \frac{100}{1000} = 0.1\ L$

  $n\ H_2SO_4 = 0.04\ mol/L * 0.1\ L$

  $n = 0.004\ mol$

- $H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4$

  $1 \qquad 1$

  $0.004 \qquad n$

  $n_{\ BaSO_4} = 0.004\ mol$

  $n = \frac{m_g}{M_{g/mol}} \Rightarrow 0.004\ mol = \frac{m_g}{233g/mol}$

  $m_g = 0.004 * 233 = 0.932\ g$

6 – 6 طرائق التحليل الألي

ان قياس الخواص الفيزيائية لمحلول العينه او قياس جهد القطب او مقدرة المحلول على امتصاص الضوء او لفصل المكونات عن بعضها ادى الى ظهور اجهزة متكاملة تستخدم في تعيين تركيز العديد من المواد في العينات المختلفة . وادى تطور الحاسوب والرقائق الالكترونية الى تحسين حساسية التحليل الألي وسهولة الحصول على النتائج وكذلك جعلت التعرف على مكونات العديد من المركبات الموجوده امرا سهلاً

6 – 7 مكونات الجهاز المستخدم في التحليل

تعتمد طرائق التحليل الآلي في عملها على ظهور إشارة لها علاقة مباشرة او غير مباشرة بنوع وتركيز المادة المراد تحليلها . واغلب هذه الاشارات التي يمكن تسجيلها هي من حركة الالكترونات . حيث هناك نوعين من الاشارات **كهربائية وضوئية**

انواع التحليل الآلي

١- طرائق كهربائية

٢-طرائق ضوئية

6 – 7 بعض الاجهزة التقنية

اولاً : مطياف الكتلة (MS)

هو جهاز يستخدم لحساب القيم الذرية النسبية للعناصر وكذلك النسبة المئوية لوفرة نظير العنصر وهو من الاجهزة المتطورة ويشتمل على هندسة كهربائية وميكانيكية والكترونية يتحكم فيها جهاز حاسوبي متطور .

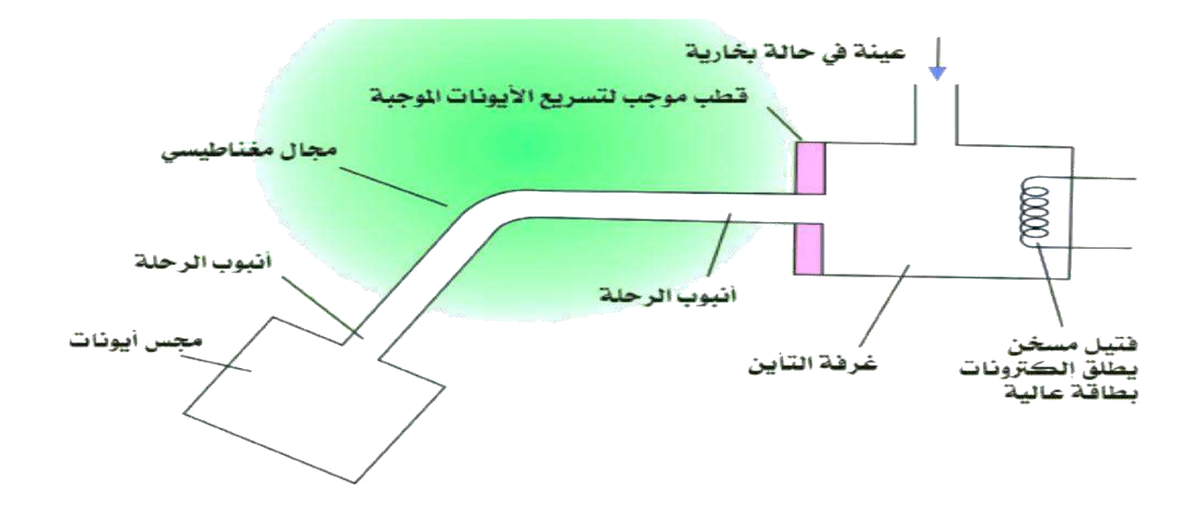
تمرين 6 – 11 || ما اساس عمل جهاز مطياف الكتلة ؟

الجواب || ان اساس عمل الجهاز يتم عن طريق فصل الذرات ذات الكتل المختلفة عن بعضها البعض حيث تحول الذرات اولاً الى ايونات احادية الشحنة موجبة بقذف عينة من العنصر في حالته الغازية بالالكترونات العالية الطاقة وعند اصطدامها بذرة العنصر فأن الاصطدام يؤدي الى فقدانها الكترون واحد . فيتكون ايون احادي الشحنة موجب وتتنافر هذة الايونات الموجبة بالاقطاب الموجبة التي تساعد على تسريع اشعاع الايونات الموجبة .حيث يمرر هذا الاشعاع من خلال مجال مغناطيسي وتنحرف الايونات حسب كتلتها لأن المجال يسبب انحرافاً للأيونات الأخف اكبر من الايونات الاثقل وبالتالي يحدث الفصل .

❖ **سؤال 6 – 28** || اذكر بعض التطبيقات التحليلية التي يستخدم فيها مقياس طيف الكتلة

١- الكشف عن الملوثات التي تسببها الكيميائيات العضوية الاصطناعية او الزراعية التي تأخذ طريقها الى الجاري المائية
٢- تعيين الكميات القليلة جداً من العقاقير والتي يستخدمها الرياضيون من خلال اخذ عينة من الدم او البول

سؤال 6 – 30 || ارسم شكل تخطيطي لجهاز مطياف الكتلة (حفظ)



ثانياً : مطياف الاشعة تحت الحمراء (IR)

هو جهاز يستخدم لتعيين العناصر الكيميائية في المركبات قيد الدراسة (مجهولة التركيب) او يستخدم للتمييز بين المركبات العضوية المختلفة .

سؤال 6 – 29 | ما آلية عمل جهاز مطياف تحت الاشعة الحمراء؟

الجواب || عند امرار اشعاع من الاشعة تحت الحمراء خلال المادة المراد التعرف عليها يحدث تداخل بين المجال الكهربائي للأشعة تحت الحمراء مع المجال الكهربائي المتولد من عزم ثنائي القطب واذا توافق تردد المجالين فأن الجزيء يمتص هذا الشعاع وينتقل من مستوى اهتزازي واطئ الى مستوى اهتزازي اعلى وعند فقدانه الطاقة و رجوعه الى مستوى اهتزازه الاول يحصل انبعاث للضوء تحت الاحمر حيث يمكن لكاشف حساس تسجيله وتسجل تلك البيانات على جهاز حاسوب يرسمها على ورق بياني تمثل صورة طيف الاشعة تحت الحمراء . حيث تقاس بوحدة رقم الموجه

تمرين 6 – 12 | ما المقصود برقم الموجة ؟

الجواب || هي عدد الموجات في سنتمتر تستخدم في نطاق مطيافية الاشعه تحت الحمراء لقياس وقراءة الرسوم البيانية

ملاحظه / يمكن قياس درجة البلمرة في صناعة البوليمر بأستخدام مطياف الاشعة تحت الحمراء وذلك بقياس التغييرات في طبيعة او كمية روابط معينة عند تردد معين بمرور الزمن

❖ يمكن تشخيص المركب العضوي على منطقتين متميزين في طيفهما هما

١- منطقة ترددات المجاميع : وخصائصها هي

أ- تقع عند طول موجي بين 2.5 – 8 مايكرومتر

ب- يكون الامتصاص الناتج من مجاميع تتكون من ذرتين فقط

ت- تكون الاهتزازت من النوع الامتطاطي ويستخدم للكشف عن هذه المجاميع

ث- يتأثر موقع المجموعة حسب موقع المجموعه او المجاميع المجاورة لها

٢- منطقة طبع الاصابع: وخصائصها هي

أ- تقع عند طول موجي بين 8 – 15 مايكرومتر

ب- الامتصاص يحدث نتيجة اهتزاز كل جزيئة

ت- تكون اهتزازاتها انحنائية

ث- تستخدم لأثبات نوع المركب



سؤال 6 – 22 | ما اهمية جهاز الحاسوب في عمل مطياف تحت الاشعة الحمراء؟

الجواب || يقوم جهاز الحاسوب بتحويل ورسم البيانات المرسلة من جهاز كاشف حساس وتمثيلها على ورق بياني والناتجة من انبعاث الضوء تحت الاحمر

سؤال 6 – 27 | ما هي الاتجاهات التي تستخدم فيها مقياس مطياف تحت الاشعة الحمراء؟

الجواب || ١- علم الطب الشرعي

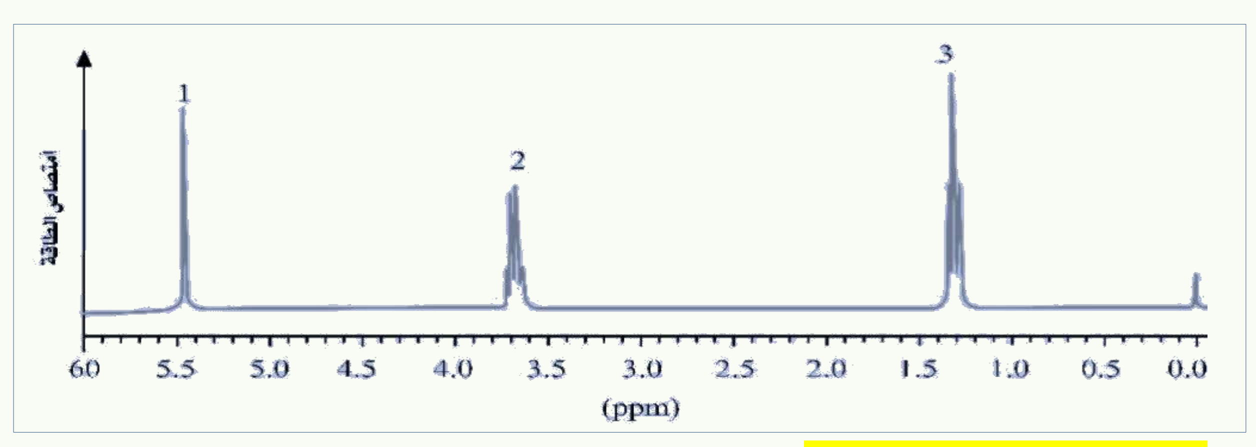
٢-في الصناعة مثل التعرف السريع على قياسات البلمرات والمركبات الممتصه بالسطوح والامان في المعامل

ثالثاً : مطيافية الرنين النووي (N M R)

تمرين 6 – 13 || على ماذا تعتمد تقنية عمل مطيافية N M R ؟

الجواب || تعتمد على التداخل بين الخواص المغناطيسية لبعض الانويه ووسطها الكيميائي

- **ملاحظة** || نستطيع معرفة اختلاف البروتون في الايثانول صيغته CH_3CH_2OH تبين لنا اهمية استخدام NMR حيث توجد بروتونات الايثانول في ثلاث اوساط كيميائية مختلفة CH_3و CH_2 و OH ومن خلال الرسم البياني الموضح ادناه



حيث نلاحظ وجود ثلاث قمم

١- القمه عن 4.5 PPM تمثل H في OH

٢- القمة عند 1.2 PPM تمثل H في CH_3

٣- القمة عند 3.7 PPM تمثل H في CH_2



التنبؤ بطيف NMR

عندما يشرع الكيميائيون في اصطناع مركب مهم يتنبئون بطيف NMR للمركب المرغوب وبعد ذلك يقارنون طيف المركب الناتج مع المركب المتوقع . وبرامج الحاسوب لآن تستطيع التنبؤ بأطياف NMR من الصيغ الكيميائية حيث تعطي البروتونات الموجودة في اوساط كيميائية اشارات مختلفة عند ازاحة كيميائية مختلفة وتعطي الازاحة الكيميائية معلومات عن نوع البروتون الموجود .

➢ سؤال 6 – 7 | اكمل الفراغات الاتية

١- ايون Cr^{+3} يصنف ضمن الايونات الموجبة للمجموعة . الثالثة . ويترسب عند اضافة .. هيدروكسيد الامونيوم .. بوجود .. كلوريد الامونيوم ...

٢- العامل المرسب للأيونات الموجبة للمجموعة الرابعة هو .. كاربونات الامونيوم .. بوجود العوامل المساعدة . هيدروكسيد الامونيوم.. و . كلوريد الامونيوم ...

٣- محلول من $Al_2(SO_4)_3$ عيارته $0.3\ N$ فأن مولارية المحلول = 0.05 M

٤- عند حرق $5.7\ mg$ من مركب عضوي هيدروكاربوني ينتج من عملية احتراقه التام $15.675\ mg$ من غاز CO_2 فإن النسبة المئوية للهيدروجين في المركب = 25 %

➢ سؤال 6 – 11 | اختر الجواب الصحيح في كل مماياتي :

١- قيمة η لملح كبريتات الحديد $Fe_2(SO_4)_2\ III$ المستعمل في تفاعل ترسيب ايون الرصاص هي

أ- $4\ eq/mol$

ب- $5\ eq/mol$

ج- $6\ eq/mol$

٢- يمكن فصل ايون Cu^{+2} من ايون Ca^{+2} وذلك بإضافة :

أ- حامض HCl المخفف

ب- امرار غاز H_2S بوجود NH_4OH , NH_4Cl في المحلول

ج- امرار غاز H_2S بوجود HCl المخفف في المحلول

٣- النسبة المئوية لمبيد الحشرات (DDT) $C_{16}H_9Cl_4$ في عينة غير نقية منه تم تحليل $0.74\ g$ منها وزنياً تعطي $0.253\ g$ من $AgCl$ هي :

أ- 17%

ب- 19%

ج- 21%

٤- عيارية المحلول الناتج من اذابة $13\ g$ من العامل المؤكسد $K_2Cr_2O_7$ في $500\ ml$ من الماء النقي هي :

أ- $0.53\ mol/L$

ب- $0.53\ eq/L$

ج- $3.18\ eq/$

حل اسئلة الفصل السادس

السؤال	رقم الصفحة بالملزمة	السؤال	رقم الصفحة بالملزمة
س١	موجود ص (٢٥)	س١٥	موجود ص (٢٥)
س٢	موجود ص (٣١)	س١٦	موجود ص (٣١)
س٣	موجود ص(٤)	س١٧	موجود ص (١٩)
س٤	موجود ص (٦)	س١٨	موجود ص (٣٤)
س٥	موجود ص (٧)	س١٩	موجود ص (٣٢)
س٦	موجود ص (٧)	س٢٠	موجود ص (٣٢)
س٧	موجود ص (٣٠)	س٢١	موجود ص (٢٠)
س٨	موجود ص (١٨)	س٢٢	موجود ص (٣٩)
س٩	موجود ص (١٢)	س٢٣	موجود ص (٣٤)
س١٠	موجود ص (٣٠)	س٢٤	موجود ص (٢٠)
س١١	موجود ص (٤٠)	س٢٥	موجود ص (٣٥)
س١٢	موجود ص (٣٢)	س٢٦	موجود ص (٣٥)
س١٣	موجود ص (١٧)	س٢٧	موجود ص (٣٩)
س ١٤	موجود ص (١٨)	س٢٨ و٣٠	موجود ص (٣٧)
		س٢٩	موجود ص (٣٨)
		س ٣١	موجود ص (١٨)
		س ٣٢	موجود ص (٢١)

الأسئلة الوزارية الخاصه بالفصل السادس سنة ٢٠١٧

تمهيدي 2017

- عرف المعامل الوزني
- عدد اهم التطبيقات التحليلية لمقياس طيف الكتلة
- تمرين 6 -11

دور اول 2017

- فراغ || تعتمد تقنية عمل مطيافية N M R على ....
- عرف مطياف الكتلة M S
- سؤال 6 – 18
- خارجي | احسب المعامل الوزني لأوكسيد الكالسيوم CaO (M= 56 g\mol) في اوكزالات الكالسيوم CaC_2O_4 (M= 128 g \mol)

دور ثاني 2017

- خارجي || عند حرق 5.7 mg من مركب عضوية هيدروكاربوني ينتج من عملية الاحتراق 15.675 mg من CO_2 احسب النسبة المئوية للهيدروجين (علما ان O=16 و C=12) فكرة السؤال نجد النسبة المئوية لـ C وبما انه مركب هيدروكاربوني اذا يحتوي على هيدروجين وكاربون فقط لذلك نقول H% + C% = 100% ونجد H%
- فراغ || الايونات الموجبة التي تترسب ببيئة كبريتيدات هي ايونات المجموعتين ...... و ...
- سؤال 6 – 16

دور ثالث 2017

- تمرين 6 -3 (النقطة ٤)
- سؤال 6 – 23
- ماهي بعض الاتجاهات الحديثة التي تستخدم فيها مطياف الاشعة تحت الحمراء؟

تمهيدي 2018

- سؤال 6 – 23
- تمرين 6 -3 (النقطة ٥)
- قيمة η لمحلول $Fe_2(SO_4)_3$ المستعمل في ترسيب ايون الرصاص تساوي ....

الفصل السابع || الكيميائية الصناعية

7 – 1 | الكميائية الصناعية

تعتبر الكيمياء الصناعية من اوسع العلوم ولها دور في الصناعه والعمليات الهندسية وفي الاغلب لا تخلو الصناعه من عملية كيميائية قد تكون بناءة او تسبب اضرار بيئية او صناعية

7 – 2 | معالجة المياه للاغراض الصناعية

تحتوي المياه الموجودة في الطبيعة على عدد من المواد الكيميائية (عضوية ولا عضوية) مذابة او عالقة تؤدي الى الاخلال باتزان البيئة المائية وبالتالي تضر بالانسان والكائنات الاخرى .

☒ المسببات الملوثة للهواء :

أ – استخدام المبيدات و الاسمدة الكيميائية والفضلات الكيميائية .

ب – اكاسيد النتروجين و الكبريت التي تترسب بفعل الامطار الحامضية .

☒ هنالك بعض الاوبئة التي تعرض لها الانسان عبر التاريخ مثل الكوليرا والتيفوئيد .

☒ من المعادن التي تشكل خطراً على الانسان

١- معدن الزئبق Hg الذي يترسب في لحوم الاسماك

٢- معدن الرصاص

٣- معدن الكادميوم الذي يؤثر على مخ العظام و يسبب فقر الدم

❖ الطرق المتبعة في تنقية المياه الصناعية

○ **اولاً | التخثير :**

هي عملية تشكيل خثره من المواد العالقة الموجوده في الماء حيث يزداد حجم المواد العالقة او تضعف الفتها للماء الى درجة انها تترسب بسهولة

❖ سؤال | ماهي الاسباب التي تؤدي الى ترسب المواد ؟

✓ الجواب |

١- تغيير قوى التنافر حول المواد العالقة مما يتيح لقوى فاندرفالدز لان تعمل على جذب الجزئيات الى بعضها وتصادمها

٢- هيدروكسيدات المعادن الموجودة في الماء تترسب وتصطاد في طريقها المواد العالقة والمسببة للون

☒ المواد الكيميائية المستخدمة في التخثير هي :

كبريتات الحديد $Fe_2(SO_4)_3$ وكبريتات الالمنيوم $Al_2(SO_4)_3$

لكل عامل تخثير مجال PH خاص به حيث تكون عوامل التخثير اعلاه ذات طبيعة حامضية حيث تتفاعل مع المواد القاعدية المسببة للعكرة لتشكيل كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$ او كبريتات المغنسيوم $MgSO_4$ بالاضافة تكون رواسب من الهيدروكسيد

☒ $Al_2(SO_4)_3 + 2Ca(HCO_3)_2 \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3CaSO_4 + 6CO_2$

☒ $Al_2(SO_4)_3 + 3MgCO_3 + 3H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3MgSO_4 + 3CO_2$

❖ تمرين 7 – 1 | ما السلوك الكيميائي الذي من خلالة تتم عملية التخثير؟

✓ الجواب |

١- تغير قوى التنافر حول المواد العالقة مما يتيح لقوى فاندرفالز جذب الجزيئات الى بعضها

٢- هيدروكسيدات المعادن الموجودة في الماء تترسب وتصطاد المواد العالقة والمسببة للون

❖ سؤال | متى يكون عامل التخثير اكثر فعالية

✓ الجواب |

١- ضبط قيمة PH ضمن المجال المحدد للعامل

٢- ضبط درجة الحرارة

٣- وجود ايونات سالبة قوية في الماء مثل SO_4^{-2} او Cl^-

٤- اضافة بولي الكتروليتات

❖ علل | اضافة بولي الكتروليتات تجعل عملية التخثير اكثر فعالية ؟

✓ الجواب | لان بولي الكتروليتات تساعد على توسيع مجال PH و تقلل وقت التخثير

☒ تكون البوليمرات (صفاتها)

١- مرتفعة الوزن الجزيئي

٢- ذائبة في الماء

☒ تصنف البوليمرات الى :

١- مصعدية (انودية) تعطي شحنه سالبة .

٢- كاثودية تعطي شحنه موجبة

٣- ايونية تعطي شحنات موجبة و سالبة عند انحلالها بالماء

❖ تمرين 7 – 2 | اذكر مواد تستخدم في عملية التخثير ؟

✓ الجواب | هي كبريتات الحديد $Fe_2(SO_4)_3$ وكبريتات الالمنيوم $Al_2(SO_4)_3$

▪ ثانياً | التلبيد :

هو عملية المزج السريع لانتشار المادة الكيميائية المخثرة في كل اطراف الماء

❖ علل | يستخدم التلبيد في محطات معالجة المياه وحدات مزج وخلاطات

✓ الجواب | لان عملية التلبيد تقوم بتحريك الماء في قنوات خاصه بسرعه عالية لتترك بعدها الماء في خزانات او احواض تستخدم لترسيبه .

☒ في حالة وجود مياه ملوثة بالمعادن الثقيلة يمكن التخلص منها باستخدام مادة

اكسانثات السليلوز : وهي مادة بوليمرية لزجه لونها برتقالي محمر تقوم بخفض نسبة المعادن الى درجة كبيرة عن طريق استبدال ايون الصوديوم Na بايون المعدن الثقيل M^{+n} وتشكيل معقد غير منحل يمكن فصلة باحدى طرائق الفصل .

❖ تمرين $7-3$ | متى تضاف اكسانثات السليلوز الى المياه الملوثة لغرض معالجتها .

✓ الجواب | عندما تكون المياه ملوثة بالمعادن الثقيلة حيث ان اكسانثات السليلوز مادة بوليمرية لزجة تقوم بخفض نسبة المعدن عن طريق استبدال ايون الصوديوم Na بأيون المعدن الثقيل وتشكيل معقد غير منحل يمكن فصله بأحدى طرق الفصل

○ ثالثاً | الفلترة :

هي عملية تقليل او ازالة المواد الصلبة العالقة في الماء التي تكون موجوده في الماء اصلاً او تشكلت نتيجة لعمليات الترسيب او التخثير .

☒ هناك ثلاث نقاط مهمه في الفلترة :

١) حجم حبيبات وسط الفلترة يجب :

أ) ان تمنع الجزيئات العالقة به من المرور خلالها .

ب) ان تقوم بمسك الجزئيات العالقة بشكل رخو .

ج) ان تتمكن من حجز اكبر كمية من المواد العالقة .

٢) انواع اوساط الفلترة (من انواع الاوساط هو)

الكالسيت هو كاربونات الكالسيوم المعالج ($CaCO_3$) حيث يقوم بتعديل جزء من الماء الحاوي على CO_2 عند $PH = 7$: $CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$

٣) اجهزة الفلترة وهناك عدة تصاميم للفلاتر منها :

أ) فلاتر الفحم المنشطة ب) الفلاتر المغناطيسية ج) فلاتر متعددة الاوساط

أ) فلاتر الفحم المنشطة :

وتستخدم بشكل واسع في التطبيقات الصناعية لان لها قدرة فعالة في ازالة الطعم واللون والرائحه من الماء وكذلك تخليص الماء من الكلور كما يستخدم في هذا النوع من الفلاتر حبيبات الفحم الفعال لان له القدرة على امتزاز المواد العضوية وكذلك تخليص الماء من الكلور الحر وتحويلة الى ايون الكلوريد

ب) الفلاتر المغناطيسية :

تستخدم الفلاتر المغناطيسية لازالة الشوائب مثل الحديد (اكاسيد الحديد) بشكل كامل

ج) فلاتر متعددة الاوساط : تتألف هذه الفلاتر من ثلاث طبقات الطبقة العليا خشنه والوسطى متوسطة الخشونه والسفلى تكون ناعمة .

❖ تمرين 7 – 4 | لماذا يجب ان تمسك الفلاتر المستخدمة الجزئيات العالقة بشكل رخو ؟

✓ الجواب | لكي يتسنى بعد ذلك عملية غسل الفلتر بشكل عكسي اضافة لتمكينها من حجز اكبر كمية من المواد العالقة

❖ تمرين 7 – 5 | ما المقصود بفلاتر متعددة الاوساط ومانوع هذه الاوساط

✓ الجواب | الفلاتر متعددة الاوساط : تتألف هذه الفلاتر من ثلاث طبقات مختلفة الكثافة حيث تكون الطبقة العليا خشنه والوسطى متوسطة الخشونه والسفلى تتألف من حبيبات ناعمة .

○ رابعاً | ازالة العسرة :

هي عملية ازالة جزء من ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم من الماء حيث تسبب هذه الايونات عسرة للمياه تؤدي الى استهلاك كمية من الصابون فيها .

المواد الكيميائية المستخدمة في ازالة عسرة المياه

١) الكلس المطفأ (هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$) يستخدم هذا المركب في المحطات بشكل كبير ويمكن الحصول عليه من اضافة اوكسيد الكالسيوم CaO الى الماء

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

☒ ان بسبب وجود العسرة المؤقته في الماء هو بيكاربونات الكالسيوم $Ca(HCO_3)_2$ او بيكاربونات المغنسيوم $Mg(HCO_3)_2$

☒ يمكن ازالة العسرة المؤقته بطريقتين

أ) اضافة الكلس المطفأ

ب) بالتسخين

٢) كاربونات الصوديوم Na_2CO_3

تتفاعل ايونات الكالسيوم المسببة للعسرة مع كاربونات الصوديوم لتعطي رواسب غير ذائبة في الماء

- $CaSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + Na_2SO_4$

٣) كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$

ان كاربونات الكالسيوم او كاربونات المغنيسيوم تتفاعل مع كلوريد الكالسيوم فترسب كلوريدات الكالسيوم او المغنيسيوم غير الذائبة في الماء

- $MgCO_3 + CaCl_2 \rightarrow MgCl_2 + CaCO_3$
- $Na_2CO_3 + CaCl_2 \rightarrow 2NaCl + CaCO_3$

○ خامساً | التعقيم :

هي عملية القضاء على البكتيريا الضارة و غيرها من العضيات التي يمكن ان تكون موجوده في الماء



☒ الطرائق الحديثه المستخدمه كعوامل تقنيه لتعقيم الماء

١) تقنية النانو تكنولوجي في مرشحات التعقيم
٢) الكلوره
٣) برمنغنات البوتاسيوم
٤) الاوزون
٥) اليود
٦) الهايبوكلورايت
٧) الاشعه فوق البنفسجية

❖ الماء في الصناعة :

تستهلك مصفاة النفط 4 اطنان من الماء لتصنيع برميل واحد ويتطلب طن واحد من الفولاذ 300 طن من الماء كما ان معمل الورق يستهلك كمية من الماء ما يعادل ما تستهلكه مدينة تعدادها خمسون الف نسمه .

يستعمل الماء في الصناعات المختلفه وتحت مواصفات متباينة لاحتوائه على شوائب عالقة وذائبة وان استعمالة دون تصفية وتقنية يسبب مشاكل في مجالات الاستعمالات المنزلية والصناعية على حد سواء حيث وجود المواد العالقة يسبب التآكل الفيزيائي

⊠ يستعمل الماء لاغراض مختلفة منها :

- اولاً | النقل الحراري : في عمليات التبادل الحراري لغرض التسخين او التبريد او التكثيف او التجميد
- ثانياً | الاذابة : يستعمل الماء كمذيب جيد للمركبات الكيميائية ويفضل على غيره بسبب رخصه وتوفره
- ثالثاً | التفاعلات الكيميائية : يستخدم الماء في تحضير الكثير من المركبات منها :

أ) الاستلين $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$

ب) حامض الفسفوريك $P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$

ج) حامض الكبريتيك $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$

- رابعاً | نقل وحمل المواد الصلبة : نقل الخامات الصناعية داخل المعمل و خارجه عن طريق قنوات مائية مثل البنجر السكري او باستخدام مياه الانهار لنقل جذور الاشجار الى معامل الاخشاب و الورق .
- خامساً | استعمالات متفرقة : في توليد الطاقة الكهربائية واطفاء الحرائق وللاغراض الصحية وغيرها

❖ 7 – 3| التأكل

هو عملية التلف او الانحلال التدريجي الذي يصيب الفلز نتيجة تفاعله كيميائياً او كهربائياً مع الوسط الموجود فيه لانتقاله الى حالة اكثر استقرار مما كانت عليه قبل التأكل

⊠ تحدث عملية التأكل : عندما يكون للفلز فرصة من خلال وجوده في جو مناسب كالرطوبة او الغازات او الضغط ينتقل من الوضع الذري الى الحالة الايونية التي كان عليها لذا يتفاعل مع الوسط المحيط به ليرجع على هيئة اوكسيد او اي مركبات اخرى فتتم عملية التأكل .

❖ تمرين 7 – 6 | لماذا لا يمكن منع عملية التأكل .

✓ الجواب | لأن المعادن و الفلزات الموجودة في الطبيعة تتواجد على هيئة خامات و التي تكون اما اكاسيد معدنية او كاربونات او كبريتيدات حيث يكون الفلز فيها على هيئة ايون موجب وعندما يتم تنقيته او استخلاصه من الخام بعمليات الاختزال بالحرارة او الكهرباء لتصبح هذه الايونات الموجبة ذرات متعادلة حيث تكون طاقة الفلز مخزونة فيه ويكون مثار

يخالف ماموجود بالطبيعة وعندما تتاح الفرصة للفلز مثل الرطوبة او الضغط ينتقل من الوضع الذري المشار الى الحالة الايونية التي كان عليها ليعود الى ما كان عليه في الخام على هيئة اوكسيدات او كبريتيدات

☒ العوامل المؤثرة على التاكل : يعتمد معدل ومدى التأكل على :

١) خواص المعدن
٢) وجود معدن او مادة كقطب سالب
٣) فرق الجهد الكهربائي
٤) نقاوة المعدن
٥) حالته الفيزياوية
٦) المساحات النسبية للقطب السالب او الموجب
٧) الحجم النسبي لذرات المعدن و اوكسيده او نواتج التأكل الاخرى
٨) قابلية ذوبان نواتج التفاعل

- **خواص الوسط او المحيط التي تؤثر بصورة كبيره على التاكل**

١- وجود الرطوبة
٢- *PH*
٣- تركيز الاوكسجين و ايون المعدن
٤- قابلية التوصيل
٥- الطبيعة النوعية للقطب السالب و القطب الموجب
٦- درجة الحرارة
٧- وجود او عدم وجود عامل مثبط

❖ الطبيعة الكهروكيميائية للتاكل

نتيجة لاختلاف تركيب وصفات سطح المعدن يتكون فيه مناطق مصعدية (انودية) تمثل المنطقة المتأكلة من السطح التي تتعرض للجهد اما المناطق غير المتأكلة او الاقل تأكلاً تشكل مناطق مهبطية (كاثودية) او عندما يسلط جهد على المعدن يشكل فرق جهد في المنطقتين فتتعرض المنقطه الاقل جهداً للتأكل او الذوبان

▪ س | كيف يمكن اثبات او التأكد من تأثير الجهد على معدل التآكل ؟

✓ ج | وذلك بوضع مسمار في كاشف فروكسيل حيث يكون هذا الكاشف عباره عن مزيج من محلول سداسي سيانو فيرات (III) البوتاسيوم ومحلول الفينولفثالين ويجب ان يكون رأس المسمار ونهايته قد تعرضا للجهد اثناء عملية الانتاج ويبين الراسب الازرق عند رأس المسمار ونهايته حيث ان هذا الاجزاء التي تعرضت للجهد اصبحت انودية اما المنطقة ع طول المسمار تكون حمراء اللون اي انها مساحات كاثودية .

☒ يمكن الاستفادة من قابلية او ميل المعدن للتآكل في كشف الحركات المسروقة من السيارات وكذلك تمييز الاسلحة من خلال الاستدلال على الارقام الاصلية التي يتم اخفائها بطلاء بالمعدن او ازالتها بالحك بعد سرقتها .

❖ تمرين 7 – 7 | لماذا يضاف اوكسيد الخارصين الى زيوت التعشيق

✓ الجواب | وذلك لمواجهة التآكل الحادث على تروس التعشيق حيث ان الخارصين المعدني يترسب على سطوح التروس مما يقلل فرق الجهد الناتج .

❖ تمرين 7 – 8 | كيف يمكن الكشف عن محركات السيارات المسروقة ؟

✓ الجواب | وذلك بالاستفادة من قابلية او ميل المعدن على التآكل حيث ان الفولاذ الواقع تحت او في كل خط من الارقام الاصلية المخفية سيكون اكثر انودية من اجزاء الفولاذ الاخرى لذلك يتم وضع ورقة من النشأ مشبعة بمحلول الالكتروليتي وكاشف فروكسيل على منطقة الفولاذ الجهد وتظهر الارقام المخفية للمحرك .

التفاعلات الكهروكيميائية للتآكل

هناك انواع من التفاعلات الكهروكيميائية منها

١- التفاعل المصعدي (الانودي) هو عباره عن اكسدة المعدن الى ايون في بيئة ما ويوصف هذا التفاعل بتفاعل ذوبان المعدن او تفاعل ازالة الالكترون

$$M \rightarrow M^{+} + e^{-}$$

٢- التفاعل المهبطي الكاثودي يختلف باختلاف بيئة التفاعل حيث :

أ) في الوسط الحامضي عندما تكون PH اقل من 5 يتصاعد غاز الهيدروجين .

$$2H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2 \uparrow$$

ب) في الاوساط القريبة من المتعادلة $(PH = 5 \text{ الى } 9)$ و الاوساط القاعدية التي لها PH اكبر من 9 يكون التفاعل اختزال الاوكسجين .

$$O_2 + 2H_2O + 4e^{-} \rightarrow 4OH^{-}$$

٣- في وسط ايونات معدنية هناك احتمالين :

أ) يختزل ايون المعدن الى ايون اخر $M^{+n} + e^- \rightarrow M^{+(n-1)}$

ب) يختزل ايون المعدن الى ذرات المعدن (يترسب)

$M^+ + e^- \rightarrow M \downarrow$

ثرموديناميكية التأكل

تكون عملية التأكل تلقائية عندما تكون $\Delta G = -$ فاذا اخذنا اي معدن مثل الحديد يمكن كتابة تفاعلي الانود والكاثود كما يلي بوجود وسط حامضي مثل HCl

- انود $Fe \rightarrow Fe^{+2} + 2e \quad E^\circ_{Oxe} = +0.44\ V$
- كاثود $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2 \uparrow \quad E^\circ_{red} = 0\ V$

○ وعند افتراض ان الحديد والهيدروجين في حالة اتزان مع ايونات فأن التغير في ΔG

○ يمكن ان يربط بـ E°_{Oxe}

عند الكاثود $\Delta G^\circ_{red} = -nFE^\circ_{red}$ | عند الانود $\Delta G^\circ_{Oxe} = -nFE^\circ_{Oxe}$

❖ مثال | احسب الطاقة الحرة القياسية للتفاعل $Fe \rightarrow Fe^{+2} + 2e$

- اذا علمت ان جهد الاختزال القياسي $E^\circ_{Fe^{+2}/Fe} = -0.44\ V$

✓ الحل || التفاعل المعطى هو تفاعل اكسدة لذا نقلب اشارة الجهد الاختزال ليصبح جهد اكسدة

- انود $Fe \rightarrow Fe^{+2} + 2e \quad E^\circ_{Oxe} = +0.44\ V$
- $\Delta G^\circ_{Oxe} = -nE^\circ_{Oxe}$
  $\Delta G^\circ_{Oxe} = -2 * 96500 * 0.44$
  $\Delta G^\circ_{Oxe} = -84920\ J$

❖ تمرين $7-9$ | احسب الطاقة الحرة القياسة للتفاعل $Cd \rightarrow Cd^{+2} + 2e$

- اذا علمت ان جهد الاختزال الكادميوم $= -0.4\ V$

✓ الحل || التفاعل المعطى هو تفاعل اكسدة لذا نقلب اشارة الجهد الاختزال ليصبح جهد اكسدة

- انود $\boldsymbol{Cd \rightarrow Cd^{+2} + 2e \quad E^\circ_{Oxe} = +0.4\ V}$
- $\Delta G^\circ_{Oxe} = -n\ F\ E^\circ_{Oxe}$
  $\Delta G^\circ_{Oxe} = -2 * 96500 * 0.4$
  $\Delta G^\circ_{Oxe} = -77200\ J$

❖ السيطرة على التآكل

❖ القواعد العامة للسيطرة على التآكل هي :

١- اختيار المواد (المعدنية وغير المعدنية) يجب ان يعتمد على خواصها الكيميائية و المحيط (الوسط) وليست على كلفتها فقط

٢- استبعاد الرطوبة وذلك بحفظ الاجزاء المعدنية في بلاستك غير نفاذ يحتوي على السليكا النشطة او باستعمال المثبطات

٣- السيطرة على حامضية و قاعدية المحيط لان كل معدن له PH يتآكل فيه

٤- عند تصميم المعدات يجب تجنب الزوايا الحادة او نقاط الارتباط المتداخلة و الحواجز لانها تؤدي الى حدوث عملية التآكل حيث تكوّن ما يسمى بخلايا التركيز

٥- استعمال الانودات الذوابة عندما يكون من غير الممكن السيطرة على طبيعة وسط التفاعل

☒ علل | يتم استخدام شريط من المغنسيوم على جوانب السفن ؟

ج | لحماية البدن من التآكل

☒ علل | نغمس المغنيسيوم في غلايات الماء المنزلي ؟

ج | لتجنب الصدأ الناتج من الماء

☒ علل | وضع قطع من الكالسيوم في الاجزاء الداخلية للمحركات ؟

ج | لمنع تآكل هذه الاجزاء

❖ تمرين 7 – 10 | ما المقصود بالحماية الكاثودية ؟

✓ الجواب | وهي طريقة تتضمن توجية تيار بحول المعدن المتآكل من كونه انود الى كاثود ولهذه الحماية قيمة خاصه للهياكل المدفونه مثل خطوط الانابيب والسفن المتوقفه حيث يوجه تيار مباشر الى انود ما عادة كرافيت او حديد غني بالسيلكون

❖ المثبطات (مثبط التآكل)

هي مادة كيميائية تضاف بكميات قليلة الى وسط التآكل للحد من سرعة التآكل للمعدن فيه ويمكن اعتبار المثبط كعامل مضاد في فعله للعامل المساعد حيث يقلل او يوقف التفاعل :

☒ تكون المثبطات نوعين :

١- مثبطات عضوية :- تعمل للحد من سرعة تآكل المعدن حيث تكون طبقات واقية بالامتصاص مثل البريدين و الانلين

٢- مثبطات غير عضوية :- مثل سيليكات الصوديوم

❖ علل | تضاف سيليكات الصوديوم الى المحاليل الملحية المنقولة بالانابيب ؟

✓ ج | لتقليل التأكل و الحد من مشكلة النضح في الانابيب الى حد كبير .

❖ علل | تضاف بنزوات الصوديوم الى الحديد الصلب .

✓ ج | للحد من التأكل في الحديد الصلب .

❖ تمرين 7 – 11 | ما المعادن المستخدمه في محول مانع التجمد ؟

✓ الجواب | 1.5% من بنزوات الصوديوم و 0.1% من نترات الصوديوم .

ملاحظة || يستخدم هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ كمثبط كاثودي لتسببه في ترسيب $CaCO_3$ في المياه الحامضية الحاوية على عسرة مؤقته او CO_2 الذائب حيث تنجذب الدقائق الغروية لكاربونات الكالسيوم المشحونه بشحنة موجبة الى مناطق الكاثود مما يتسبب في ترسبها هناك

❖ 7 – 4 | الطلاء والاصباغ .

▪ الطلاء | هو منتج كيميائي عباره عن دقائق معدنية ناعمة غير شفافه تكون محاليلها عالقة في سائل يسمى الحامل الوسيط يستخدم لحماية الادوات من التلف و التأكل .

• علل | يستخدم الطلاء لحماية الادوات من التلف و التأكل

✓ الجواب | لانه يكون غشاء كيميائي يعمل على مقاومة العوامل المسببة للتلف و التأكل .

❖ الطلاء الزيتي :

• يعتبر هذا النوع من الطلاء الواقي الرئيسي للاستعمال ويتألف من

▪ اولا الصبغات :

عملها الرئيسي هو اعطاء لون مميز للطلاء حيث ان التركيب الكيميائي لهذه الصبغات وشكل دقائقها وتوزيعها الحجمي تؤثر على خواص الطلاء .

❖ تمرين 7 – 12 | ما العوامل التي تؤثر على خواص الطلاء .

✓ الجواب |

١- التركيب الكيميائي للصبغات في الطلاء

٢- توزيعها الحجمي

٣- شكل دقائقها و نسبتها الى السائل الحامل

الصفات المهمه للصبغات

١- اللون
٢- قدرتها على اخفاء السطح المطلي
٣- امتصاص الزيت الذي يمثل كمية الزيت اللازمة لترطيب وزن قياسي من الصبغه بحيث سينساب او يكون سائل مستعلق
٤- السلوك الكيمائي لها

تقسم الصبغات حسب لونها الى :

١- الصبغات البيضاء : وهي صبغه الرصاص البيضاء المفضله لعدة سنوات ولا تستخدم في المطابخ بسبب احتوائهما على الرصاص او كبريتيد الخارصين الذي ينتج حسب التفاعلات :

$$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$$

$$ZnCl_2 + BaS \rightarrow ZnS + BaCl_2$$

تمتاز هذه الصبغة بقدرة جيده على اخفاء السطح المطلي و لا تتأثر بكبريتيد الهيدروجين

٢- الصبغات الحمراء : اهمها هي اوكسيدات الحديد الطبيعية (خام الهمتايت) والمحضرة صناعياً كصبغة الرصاص الاحمر التي تحضر من تسخين الرصاص الابيض

$$3Pb(OH)_{@} + 3PbCO_3 + O_2 \rightarrow 2Pb_3 + 3H_2O + 3CO_2$$

وتستعمل كصبغة اولية للسطوح المعدنية لكونها مادة مضادة للتأكل

٣- الصبغات السوداء مثل السخام (السناج) وكذلك مثل كرومات النحاس مع ثنائي اوكسيد المنغنيز لتكوين طبقة سوداء ثنائية مع الحرارة وهي الافضل لطلاء المعادن من اسودادات الكاربون .

ثانياً | السائل الحامل للصبغة

هي زيوت دهنية غير مشبعة منها زيت بذرة الكتان وزيت الخروع وزيت الصويا وزيت التانغ (زيت خشب الصين) وزيوت اخرها

- يستخلص زيت الكتان بالضغط والحرارة مع اضافة بعض المواد الجيلاتينيية التي يمكن ازالتها بالترشيح حيث يستعمل زيت بذور الكتان في الطلاء مع او بدون صبغة

☒ تعتمد جودة الحامل المستخدم في الطلاء على :

١- رقم اليود : هو عدد الميلغرامات من اليود الممتص من قبل غرام واحد من الزيت وبذلك يمكن تحديد درجة الاشباع و بالتالي ميل الزيت الدهني على امتصاص الاوكسجين والجفاف وكلما زاد رقم اليود تبين جودة الحامل المستخدم

٢- رقم التصبن : هو عدد ميلغرامات هيدروكسيد البوتاسيوم KOH المستعلمة لكل غرام واحد من الزيت حيث يتم تسخين عينة من الزيت مع كمية مقاسة من KOH المذابة في الكحول

❖ تمرين 7 – 13 ما اهمية رقم التصبن

✓ الجواب | يمكن من خلاله معرفة وتحديد جودة الطلاء و ان رقم التصبن المنخفض يشير الى وجود كمية كبيره من المخفف (المخفف مادة تستعمل لتقليل اللزوجه) او ان الطلاء مغشوش

○ ثالثاً | المخففات :

هي مركبات كيمائية تستعمل لتقليل لزوجة زيوت التجفيف . ان زيادة تغلغل الحامل وزيادة قابلية ذوبان المواد المعدنية التي يرغب باضافتها الى الحامل ومن المخففات :

١- التوربنتين : من اقدم المخففات واكثرها انتشاراً في الطلاءات الزيتية . ان المركبات الرئيسية للتوربنتين هي الفا بينين و بيتا بينين و كاما بينين .

٢- الكحوليات البترولية : وهي مخففات ذات لزوجة منخفضة تغلي في درجة حرارة بين (150 – 200 °C) و عندما يجف الطلاء فأن هذا النوع من المخففات يفقد بالتبخر .

❖ رابعاً | المجففات :

هي عوامل مساعدة في التجفيف مثل صابونيات معدنية او راتنجية و المجففات اليابانية التي هي عباره عن محاليل مركبات البنزين

☒ تعتبر مجففات الفانديوم اسرع بمقدار مرتين ونصف من مجففات المنغنيز وخمس مرات بقدر مركبات الرصاص

☒ الكمية الكبيرة من المجفف تجعل الطلاء يمل لتكوين اغشية صلبة ولماعة .

○ خامساً : الطبيعة الكيميائية لزيوت التجفيف .

- زيوت التجفيف: مواد دهنية تركيبها الكيميائي عباره عن استر نتج من تفاعل الكليسرول مع حوامض كاربوكسيلية غير مشبعة تحتوي على اصرة مزدوجة او اكثر .

$$\underset{OH}{\overset{CH_2}{|}} \; -CH- \; \underset{OH}{\overset{CH_2}{|}} \qquad C_{17}C_{31}COOH$$

الكليسرول حامض اللينولك (حامض غير مشبع)

☒ عند تعرض الليونلك للهواء فأنه يكون بروكسايد عضوي يعمل كعامل مساعد يعجل التجفيف او يكون الغشاء المستقر الصلب للطلاء وتعتمد مسامية الغشاء على طبيعة و تركيز زيت التجفيف .

❖ الطلاء المائي :

يحوي الطلاء المائي على :

١- بروتين مثل الصويا
٢- مذيبات البروتين
٣- مواد حافظة واخرى مانعة للعفن
٤- صبغة يمكن ان تتعلق بالحامل
٥- زيت تجفيف

☒ مميزات الطلاء المائي :

١- لها فترة جفاف قصيرة و رائحتها قليلة
٢- يمكن العمل بها بسهولة
٣- ممكن استعمال الماء كمخفف
٤- تنظيف البقع الناتجة عنها يكون بسهولة

❖ 7 – 5 | العوامل المساعدة (المحفزة)

هي مواد تزيد من سرعة التفاعل دون ان تتغير كيميائياً بشكل دائم . تعتمد الكثير من الصناعات الاقتصادية على العوامل المحفزة كالتكسير وإعادة التكوين في البنزين وهدرجة الزيوت في صناعة الامونيا بطريقة هابر وكذلك وجودها في صالنصات السيارات الحديثة .

- علل | تعتبر العناصر الانتقالية فعالة كعوامل مساعدة ؟
- الجواب | لانها :

١- تمتلك حالات تأكسد متعددة وبالتالي يسهل عليها نقل الالكترونات فتزداد سرعة التفاعل .
٢- تستطيع ان ترتبط بالعدد من الايونات و الجزيئات حيث تكون المواد مختلفة من الاواصر وبالتالي تؤدي الى ربط و التحام المواد المتفاعلة في مكان التفاعل .

❖ تمرين 7 – 14 | لماذا توضع محولات مساعدة على عوادم السيارات ؟

✓ الجواب | للتخلص من غاز CO السام وغاز NO الناتج من احتراق البنزين بصورة غير تامة عند درجات حرارة مرتفعة وكذلك للتخلص من الهيدروكاربونات غير المحترقة التي تؤدي الى تكوين الضباب (الضوء الكيميائي) الذي يعتبر ملوث .

حل اسئلة الفصل السابع

❖ 7 – 1 | جميع التعاريف في الملزمة

❖ 7 – 2 | علل ما يأتي :

١- استخدام $Ca(OH)_2$ ؟

الجواب | للتخلص من غاز CO السام وغاز NO الناتج من احتراق البنزين بصورة غير تامة عند درجات حرارة مرتفعة وكذلك للتخلص من الهيدروكاربونات غير المحترقة التي تؤد الى تكوين الضباب (الضوء الكيميائي) الذي يعتبر ملوث .

٢- تعتبر العناصر الانتقالية عوامل مساعدة فعالة ؟

الجواب |

أ) تمتلك حالات تأكسد متعددة وبالتالي يسهل عليها نقل الالكترونات فتزداد سرعة التفاعل

ب) تستطيع ان ترتبط بالعديد من الايونات و الجزيئات حيث تكون اعداد مختلفة من الاواصر وبالتالي تؤدي الى ربط و الالتحام المواد المتفاعلة في مكان التفاعل .

٣- يغمس المغنسيوم في غلايات الماء المنزلي ؟

الجواب : لتجنب الصدأ الناتج عن الماء .

٤- عدم استخدام الطلاءات التي تحتوي على صبغة الرصاص البيضاء في طلاء المطابخ ؟

الجواب | لاحتوائها على الرصاص الذي يعتبر ساماً حيث ان حرارة المطبخ تؤدي الى تساقط قسم من الصبغة يؤدي الى امتزاجة بالطعام .

٥- اهمية دراسة معرفة اسباب التآكل ؟

الجواب | بسبب الخسائر الهائلة التي بسببها التآكل لذلك اعتبرت دراسته مهمه لمعرفة ومنع حدوث التآكل .

٦- استخدام خلاطات او وحدات مزج في محطات معالجة المياه ؟

الجواب | لتقوم بتحريك الماء في قنوات خاصة وبسرعة عالية جداً لاتمام عملية المزج السريع لانتشار المادة المخثرة في كل اطراف الماء

٧- استخدام الصبغات الحمراء كصبغة اولية للسطوح المعدنية ؟

الجواب | وذلك لكونها مادة مضادة للتاكل

٨- الطلاءات المائية لها القدرة على اخفاء السطوح التي تغطي بها ؟

الجواب | بسبب ترتيب الصبغة في الغشاء الجاف .

٩- اضافة عوامل فعالة سطحية الى الطلاءات المائية ؟

الجواب | لغرض السيطرة على الشد بين سطوح الصبغة والحامل و المواد الاخرى وتعديلة حسب المطلوب حيث تذهب الصبغة الى السطح البيني وتغلف سطح قطرات زيت التجفيف

❖ 7 – 3 | اذكر ثلاث قواعد للسيطرة على التآكل :

✓ **الجواب**

١- اختيار المواد يجب ان يعتمد على خواصها الكيميائية وخواص الوسط التي تستخدم فيه وليس على كلفتها فقط .

٢- استبعاد الرطوبة عن طريق حفظ المواد المعدنية في بلاستك او استعمال مثبط .

٣- السيطرة على حامضية او قاعدية المحيط .

❖ 7 – 4 | ما الذي يجعل عوامل التخثير اكثر فعالية ؟ بين ذلك ؟

✓ **الجواب |**

١- ضبط قيمة PH ضمن المجال المحدد لعامل التخثر .

٢- ضبط درجة الحرارة

٣- وجود ايونات سالبة قوية في الماء مثل ايون الكبريتات SO_4^{-2} او الكلوريد Cl^-

٤- اضافة بولي الكتروليتات .

❖ 7 – 5 | ما المقصود بالمثبطات وما انواعها حسب طبيعتها الكيميائية ؟

✓ **الجواب** : مادة كيميائية تضاف بكميات قليلة الى وسط التآكل للحد من سرعة تآكل المعدن فيه. خلال عملة على سطح المعدن وذلك بازالة المواد المسببة للتآكل وانواعها هي :

١- مثبطات عضوية مثل الغرويات العضوية و البردين .

٢- مثبطات عضوية مثل سيليكات الصوديوم وبنزوات الصوديوم .

❖ 7 – 6: اذكر محتويات الحامل في الطلاءات المائية ؟

✓ الجواب :

١- بروتين مثل الصويا

٢- مذيبات البروتين

٣- مواد حافظة واخرى مانعة للعفن

٤- صبغة يمكن ان تتعلق بالحامل

٥- زيت تجفيف

❖ 7 – 7| عدد :

١- الصفات المهمة للصبغات ؟

✓ الجواب

١) اللون

٢) قدرتها على اخفاء السطح المطلي

٣) امتصاص الزيت يمثل كمية الزيت اللازمة لترطيب وزن قياسي من الصبغة بحيث يكون سائل مستعلق

٤) السلوك الكيميائي لها .

٢- العوامل التي تعتمد عليها معدل ومدى التآكل ؟

✓ الجواب |

١- خواص المعدن

٢- وجود معدن او مادة كقطب سالب

٣- فرق الجهد الكهربائي

٤- نقاوة المعدن

٥- حالته الفيزيائية

٦- المساحة النسبية للقطب السالب و الموجب

٧- الحجم النسبي لذرات المعدن و اوكسيده او نواتج التآكل الاخرى .

٨- قابلية ذوبان نواتج التفاعل .

❖ 7 – 8| بين الطبيعة الكيمائية لكل من :

١) كيفية حدوث التأكل ؟

✓ الجواب : نتيجة لاختلاف تركيب وصفات سطح المعدن يتكون فيه مناطق مصعدية (انودية) تمثل المنطقة المتأكلة والتي تتعرض للجهد ومناطق مهبطية تمثل المناطق غير المتأكلة الاقل تأكلاً وعندما يسلط جهد على المعدن ينشأ فرقاً في الجهد بين المنطقتين فتتعرض المنقطة الاقل جهداً الى الذوبان او التأكل .

٢) زيوت التجفيف ؟

✓ الجواب : زيوت التجفيف هي مواد دهنية عباره عن استر نتج من تفاعل الكليسرول مع حوامض كابوكسيلية غير مشبعة مثل حامض اللينولك $C_{17}C_{31}COOH$ تحتوي على اصرة مزدوجة واحدة او اكثر وعند تعرض الزيت للهواء فانه يتم امتصاص الاوكسجين ويكون بروكسايد عضوي يعمل البيروكسايد العضوي كعامل مساعد يعجل التجفيف او يكون الغشاء المستقر الصلب للطلاء وتعتمد مسامية الغشاء على طبيعة و تركيز زيت التجفيف .

❖ 7 – 9 | اذكر مميزات الطلاء المائي :

✓ الجواب :

١- لها فترة جفاف قصيرة ورائحتها قليلة
٢- يمكن العمل بها بسهولة
٣- مكن استعمال الماء كمخفف
٤- سهولة تنظيف البقع الناتجة عليها

❖ 6 – 10 | بين التفاعلات الكهروكيميائية للتأكل

✓ الجواب |

- اولا | التفاعل المصعدي الانودي للمعدن عباره عن اكسدة المعدن الى ايونه ويوصف بانه تفاعل ذوبان المعدن او تفاعل ازالة الالكترون $M \rightarrow M^{+n} + ne^-$
- ثانياً | التفاعل المهبطي يختلف باختلاف بيئة التفاعل كالاتي :

١- في الوسط الحامضي عندما تكون PH اقل من 5 يتصاعد غاز الهيدروجين .

$$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$$

٢- في الاوساط القريبة من المتعادلة $PH = 5 - 9$ وكذلك الاوساط القاعدية PH اكبر من 9 يكون التفاعل المهبطي اختزال الاوكسجين $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$

٣- في وسط ايونات معدنية هناك احتمالين :

أ) يختزل ايون المعدن الى ايون اخر $M^{+n} + e^- \rightarrow M^{+(n-1)}$

ب) يختزل ايون المعدل الى ذرات (يترسب) $M^{+n} + e^- \rightarrow M$

❖ 7 – 11 املأ الفراغات الاتية بما يأتي :

١- عوامل التخثر ذات طبيعة حامضية وهي تفاعل مع ... **المواد القلويه** .. المسببة للعكرة

٢- عملية المزج السريع لانتشار المادة الكيميائي المخثرة في كل اطراف الماء تدعى .. **التلبيد** .

٣- تأكل الخارصين والحديد .. **اسرع** .... من تأكل النحاس

٤- تمتاز طبقة الرصاص البيضاء بقدرة على ... **الاخفاء**.. . جيدة وكذلك لا تتأثر ..**بكبريتيد الهيدروجين**....

٥- من المخففات المستعملة في صناعة الطلاء ... **التروبنتين ... و ... الكحولات البترولية** ...

٦- يستخدم عنصر ... **الحديد** ... كعامل مساعد عند انتاج غاز الامونيا بطريقة هابر

٧- يعتبر التوربنتين من اقدم المخففات و اوسعها انتشاراً في الطلاءات البينية و المركبات الرئيسة للتوربنتين هي ... **الفا بينين** .. و . **بيتا بينين** .. و .. **كاما بينين** .

الأسئلة الوزارية الخاصه بالفصل السابع سنة ٢٠١٧

تمهيدي 2017

- عرف التلبيد
- عدد الصفات المهمه للصبغات
- علل | اضافة الحفاز (العامل المساعد) في عوادم السيارات

دور اول 2017

- علل | اضافة الحفاز (العامل المساعد) في عوادم السيارات
- عرف رقم التصبن
- مالمقصود بـ (فلاتر الفحم النشطة) ؟ وضحها
- خارجي | احسب المعامل الوزني لأوكسيد الكالسيوم CaO ($M= 56\ g\backslash mol$) في اوكزالات الكالسيوم CaC_2O_4 ($M= 128\ g\backslash mol$)

دور ثاني 2017

- مالسلوك الكيميائي الذي من خلاله تتم عملية التخثير
- تمرين 7 - 9
- علل يضاف اوكسيد الخارصين الى زيوت التعشيق
- عرف الفلترة

دور ثالث 2017

- عرف/ المخففات
- ماهي فلاتر الفحم النشطة ؟ ولأي اغراض تستخدم ؟ وضح ذلك
- علل | تعتبر العناصر الانتقالية عوامل مساعدة فعالة
- يعتمد معدل ومدى التاكل على عدة عوامل . عدد خمسه فقط

تمهيدي 2018

- علل | عدم استخدام الطلاءات التي تحوي صبغة الرصاص البيضاء في المطابخ
- عرف | الحفاز
- عدد خمسة عوامل يعتمد مدى التآكل عليها
- فراغ | عوامل التخثير ذات طبيعة حامضية وهي تتفاعل مع .... المسببة للعسرة

